

**INTERPRÉTATION DE LA NATURE ET CONSERVATION  
A LA TOURBIÈRE DE JOHNVILLE**

par

Janin Michaud

essai présenté à la faculté des sciences en vue  
de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

**FACULTÉ DES SCIENCES  
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE**

Sherbrooke, Québec, Canada, janvier 1993

## SOMMAIRE

Les tourbières sont des milieux où la production de la matière organique dépasse sa décomposition. Il en résulte donc un milieu où les débris d'êtres vivants s'accumulent et où les processus de recyclage des éléments nutritifs sont extrêmement ralentis. Il existe deux grands types de tourbières: les tourbières minérotrophes (fens) et les tourbières ombrotrophes (bogs). La différence majeure entre ces deux types est la provenance de l'eau qui les alimente. C'est une combinaison de causes géologiques et climatiques qui est responsable de la formation des tourbières. Dans le cas des tourbières ombrotrophes, c'est souvent dans des cuvettes mal drainées que la matière organique commence à s'accumuler.

Les êtres vivants, en particulier les végétaux, doivent posséder des caractéristiques spéciales afin de prospérer dans les conditions difficiles qui prévalent dans les tourbières. Celles-ci ont donc une végétation très différente de celle du milieu environnant. Parmi les adaptations, notons une série de moyens de conserver et de maximiser l'absorption des éléments minéraux, qui restent en majorité non disponibles dans les débris non décomposés. On parle ici de systèmes racinaires développés, de mycorhizes, de conservation des feuilles en hiver, de carnivorie,...

La tourbière de Johnville est située à quelque 12 km de Sherbrooke. C'est en grande partie une tourbière ombrotrophe, à part les rives du ruisseau Racey qui la coupe en deux. Sur le substrat tourbeux, on a recensé environ 200 espèces de plantes vasculaires et plusieurs bryophytes, dont plusieurs sont exclusivement restreintes à ce type de milieu (éricacées, orchidées, plantes carnivores). On trouve également une faune assez riche, surtout en insectes. La tourbière est en bon état, sauf en ce qui concerne le piétinement et le passage de véhicules motorisés. Une autre atteinte majeure est un fossé de drainage qui assèche une partie de la tourbière et modifie l'allure de la végétation.

La tourbière de Johnville a un bon potentiel pour l'aménagement d'infrastructures de vulgarisation scientifique. Des propositions ont ainsi été émises. Quatre sentiers d'interprétation de la nature ont été délimités: deux sur la surface tourbeuse et deux sur le substrat minéral. Sur les deux sentiers situés sur la tourbe, seize panneaux d'interprétation aux contenus divers sont répartis aux endroits stratégiques. Deux sentiers optionnels, l'un menant à une tour d'observation et l'autre de courte randonnée sont également proposés. Des mesures plus strictement liées à la conservation sont également décrites: règlements limitant la circulation sur le terrain, pose de clôtures, surveillance, publicité.

## REMERCIEMENTS

Il y a deux personnes auxquelles je veux tout spécialement exprimer ma gratitude. Premièrement, je remercie mon directeur d'essai, M. Robert van Hulst, pour sa très grande disponibilité, ses connaissances autant pratiques que théoriques ainsi que pour la latitude qu'il m'a laissée lors de la rédaction de cet essai. Je veux remercier également François Blouin, mon collègue de travail à Johnville à l'été 1991, pour les bons moments humains et professionnels que nous avons vécus à la tourbière.

J'aimerais aussi remercier Quentin van Ginhoven, avec qui j'ai délimité les sentiers d'interprétation et aussi eu de bonnes discussions quant à l'orientation de l'aménagement de la tourbière. Finalement, je tiens à souligner la bonne collaboration de M. Yves Bachand et de M. Victor Hellebuyck lors de mes recherches sur les ressources fauniques à Johnville.

## TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE . . . . .	ii
REMERCIEMENTS . . . . .	iv
TABLE DES MATIÈRES . . . . .	v
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	ix
LISTE DES FIGURES. . . . .	x
LISTE DES ANNEXES . . . . .	xi
INTRODUCTION . . . . .	1
 CHAPITRE 1      TOURBIÈRES: THÉORIES ET CONCEPTS . . . . .	 3
1.1 Définition . . . . .	3
1.2 Tourbières ombrotrophes (bogs) . . . . .	4
1.3 Tourbières minérotrophes (fens) . . . . .	5
1.4 Formation et évolution des tourbières ombrotrophes . . . . .	 7
1.5 Chronologie de la formation. . . . .	8
1.6 Succession végétale dans les tourbières ombrotrophes . . . . .	 13
1.7 Adaptations des végétaux des tourbières ombrotrophes . . . . .	 17
1.7.1 Anaérobiose . . . . .	17
1.7.2 Approvisionnement hydrique . . . . .	20
1.7.3 Déficience en éléments minéraux . . . . .	21
1.7.4 Carnivorie . . . . .	23

1.8	Flore ombrotrophe et flore minérotrophe . . . . .	25
1.9	Impacts de l'homme sur les tourbières . . . . .	26
1.9.1	Drainage . . . . .	26
1.9.2	Voies de communication . . . . .	31
1.9.3	Pâturages . . . . .	32
CHAPITRE 2	TOURBIÈRE DE JOHNVILLE: CARACTÉRISATION .	34
2.1	Localisation . . . . .	34
2.2	Dépôts de surface . . . . .	35
2.3	Utilisation du sol . . . . .	35
2.4	Végétation . . . . .	36
2.4.1	Echantillonnage . . . . .	37
2.4.2	Richesse floristique . . . . .	39
2.4.3	Classification . . . . .	41
2.4.4	Zones d'intérêt botanique . . . . .	47
2.5	Faune . . . . .	50
2.5.1	Mammifères . . . . .	50
2.5.2	Oiseaux. . . . .	51
2.5.3	Amphibiens et reptiles . . . . .	52
2.5.4	Insectes . . . . .	52
2.6	Activités humaines . . . . .	53
CHAPITRE 3	AMÉNAGEMENT ET CONSERVATION DE LA TOURBIÈRE DE JOHNVILLE . . . . .	56
3.1	Pourquoi préserver la tourbière de Johnville .	56

3.2	Pourquoi aménager la tourbière de Johnville . .	59
3.3	Potentiel d'interprétation et d'éducation de la tourbière de Johnville . . . . .	60
3.4	Notions de base sur la conception de sentiers .	65
3.4.1	Besoins de l'utilisateur . . . . .	65
3.4.2	Types de sentiers et tracés . . . . .	67
3.4.3	Caractéristiques spécifiques des sentiers . . . . .	69
	A- Sentiers d'interprétation de la nature . . . . .	69
	- Longueur . . . . .	70
	- Largeur. . . . .	70
	- Emprise. . . . .	71
	- Pentes . . . . .	71
	- Terrains humides . . . . .	72
	- Tracé. . . . .	73
	- Signalisation et inter- prétation. . . . .	74
	B- Sentiers de courte randonnée . .	76
3.5	Situation à Johnville . . . . .	77
3.6	Tracés des divers sentiers proposés à Johnville	79
3.6.1	Sentier no 1: L'étang (Longueur: 0,9 km) . . . . .	80
3.6.2	Sentier no 2: La tourbière (Longueur: 1,6 km) . . . . .	86

3.6.3	Sentier no 3: La crête (Longueur:	
	1,1 km) . . . . .	92
3.6.4	Sentier no 4: : La faune aquatique	
	(Longueur: 0,8 km) . . . . .	94
3.6.5	Sentiers optionnels . . . . .	96
3.7	Aménagements d'hiver . . . . .	97
3.8	Recommandations pour la préservation et la	
	sécurité du public . . . . .	98
CONCLUSION . . . . .		101
ANNEXES. . . . .		103
BIBLIOGRAPHIE . . . . .		128



## LISTE DES TABLEAUX

1. Critères d'attribution des coefficients de rareté-  
intérêt des plantes vasculaires de la  
tourbière de Johnville..... 49

## LISTE DES FIGURES

1.	Etapas du comblement d'une dépression par la tourbe (tourbière ombrotrophe).....	10
2.	Plantes carnivores rencontrées à Johnville.....	24
3.	Principaux types de tracés de sentiers d'interpré- tation de la nature.....	69

## LISTE DES ANNEXES

1.	Localisation de la tourbière de Johnville.....	104
2.	Emplacement des parcelles d'échantillonnage de l'été 1991 à la tourbière de Johnville.....	105
3.	Classification visuelle de la tourbière de Johnville.....	106
4.	Classification automatique de la végétation de la tourbière de Johnville.....	107
5.	Espèces caractéristiques (présentes dans plus de 50% des parcelles) des diverses classes de végé- tation de la tourbière de Johnville (classifica- tion automatique).....	108
6.	Intérêt botanique à la tourbière de Johnville.....	112
7.	Coefficients de rareté-intérêt des espèces recen- sées à la tourbière de Johnville.....	113
8.	Mammifères observés ou capturés à la tourbière de Johnville.....	117

9.	Mentions d'oiseaux à Johnville (fichier ÉPOQ).....	118
10.	Insectes capturés à la tourbière de Johnville.....	123
11.	Propositions d'infrastructures d'interprétation de la nature à la tourbière de Johnville.....	127

## INTRODUCTION

Comme on peut le constater en regardant la popularité de plus en plus grande des sports et activités de plein air, l'être humain a un besoin réel de se retremper occasionnellement dans des milieux naturels. Il a également de grands besoins de confort et d'aisance matérielle. Cette ambivalence conduit à ce paradoxe environnemental: pendant qu'on agresse sans relâche certaines portions du territoire, on tient à tout prix à en préserver d'autres dans l'état le plus vierge possible.

Le but du travail que je présente ici se situe entre ces deux extrêmes. L'interprétation de la nature, via certaines infrastructures, remplit deux objectifs étroitement liés aux besoins de l'être humain: procurer l'accès à un milieu naturel en bonne condition tout en respectant la demande de confort et de sécurité. Mon essai porte donc sur le potentiel d'aménagement d'activités d'interprétation de la tourbière de Johnville, un petit boisé situé près de Sherbrooke. Et comme l'aménagement et la préservation sont souvent intimement liés, ce travail considérera également la préservation de ce petit coin de pays.

Tant abondantes dans les régions septentrionales, les tourbières se font beaucoup plus rares au sud du Québec. Zoltai et Pollet (1983) affirment que dans la partie québécoise des Appalaches, elles représentent au maximum 5% du territoire.

Cette rareté, combinée à leur aspect complètement différent du milieu environnant et un peu intrigant, font des tourbières des milieux de choix pour la préservation et la mise en place de sentiers d'interprétation de la nature. Cela a même été fait dans quelques parcs nationaux (Mauricie, Kouchibouguac, Prince-Albert).

\* Mon travail est divisé en trois parties. Premièrement, je fais une revue de tous les concepts majeurs ayant rapport aux tourbières, afin de faire prendre conscience au lecteur de la grande spécificité de ces milieux humides. La partie qui suit est une description aussi exhaustive que possible de la tourbière de Johnville elle-même. Il est à noter que l'emphasis de cette description est mise sur la végétation, celle-ci étant l'élément majeur du programme d'interprétation de la nature. La végétation est également ce avec quoi je suis le plus familier, en ayant réalisé à l'été 1991 une étude approfondie (Blouin et Michaud, 1991). La partie finale consiste en l'analyse du potentiel d'interprétation de la tourbière ainsi qu'en la description d'infrastructures proposées en collaboration avec Quentin van Ginhoven qui a traité de l'aspect économique de ce projet dans le cadre de son essai de Maîtrise en Environnement.

## CHAPITRE 1

### TOURBIÈRES: THÉORIES ET CONCEPTS

#### 1.1 Définition

On définit généralement une tourbière comme étant un écosystème où l'eau circule peu ou pas et où le taux de production de matière organique surpasse le taux de décomposition et d'humification, créant ainsi une couche de matière organique appelée tourbe (Johnson, 1985; Fleurbec, 1987; Westhoff, 1990). Une tourbière constitue un système quasi fermé car sa dynamique est en grande partie régie par le processus d'accumulation de la tourbe (Couillard et Grondin, 1986).

Il y a deux grands types de tourbières: les tourbières ombrotrophes (bogs) et les tourbières minérotrophes (fens). Chacune de ces catégories se subdivise en plusieurs sous-catégories mais ceci s'adresse surtout aux spécialistes. La distinction entre ces deux catégories est principalement basée sur l'interaction entre les précipitations, la configuration du paysage et les patrons de circulation de l'eau souterraine (Terasmae, 1977). Ces interactions ont un effet direct sur la quantité de nutriments disponibles et donc sur les êtres vivants, surtout les végétaux, qui peuplent ces milieux.

## 1.2 Tourbières ombrotrophes (bogs)

Les tourbières ombrotrophes ont comme seule source d'eau les précipitations venant directement de l'atmosphère (Boelter et Verry, 1978; Fleurbec, 1987). Ces milieux se trouvent littéralement isolés de l'influence du substrat minéral sous-jacent et de l'eau enrichie en nutriments (Bowers, 1966; Terasmae, 1977; Gauthier, 1980; Zoltai et Pollet, 1983; Glaser, 1987). Cet isolement se fait de deux façons: certains bogs sont dits perchés car une couche de sédiments imperméables les soustrait à la nappe phréatique régionale (Boelter et Verry, 1978). Les conditions ombrotrophes peuvent aussi s'établir quand l'épaisseur de tourbe est suffisante pour surpasser la hauteur de la nappe d'eau minérotrophe (Terasmae, 1977; Riley, 1988).

Les caractéristiques des bogs sont généralement similaires d'un site à l'autre et bien documentées :

- 1- milieu très acide,
- 2- milieu déficient en élément minéraux,
- 3- milieu pauvre en oxygène,
- 4- substrat peu décomposé,
- 5- faible diversité en végétaux vasculaires. Par contre, la diversité des bryophytes est appréciable,



6- les parties ouvertes sont surtout peuplées d'éricacées croissant sur un tapis de *Sphagnum* spp.,  
7- en Amérique du Nord, les portions forestières sont dominées par *Picea mariana* (Mill.) BSP. et *Larix laricina* (Du Roi) K.Koch.,  
(Bowers, 1966; Clymo, 1983; Zoltai et Pollet, 1983; Siegel, 1988; Riley, 1988; Boelter et Verry, 1978; Fleurbec, 1987). On retrouve deux types majeurs de tourbières ombrotrophes: les bogs bombés, qui se forment surtout dans les dépressions où il y a accumulation de tourbe (Siegel, 1988; Riley, 1988) et les tourbières en couverture (blanket bogs), qui se développent sur de grandes superficies de terrain plat en climats très humides, surtout un Europe du Nord (Siegel, 1988).

### 1.3 Tourbières minérotrophes (fens)

Seules les tourbières recevant exclusivement leur eau des précipitations directes sont des bogs. Dès qu'une partie de l'eau qui entre dans le milieu a été en contact avec le substrat minéral, la tourbière devient un fen (minérotrophe) (Boelter et Verry, 1978; Sjörs, 1983). Cela suppose une certaine circulation d'eau, si minime soit elle (Fleurbec, 1987). La difficulté d'évaluer le bilan hydrique des tourbières rend évidemment la distinction bog-fen très difficile. Les sources d'eau extérieures sont de plusieurs types: cours d'eau adjacent,

source souterraine, ruissellement, ...(Terasmae, 1977; Riley, 1988; Steiner, 1987; Glaser, 1987). La qualité de l'eau étant influencée par le substrat qu'elle traverse, on peut en déduire que la végétation des fens est plus variable que celle des bogs (Gore, 1983; Terasmae, 1977; Riley, 1988; Steiner, 1987).

Comparativement aux bogs, les fens ont les caractéristiques suivantes:

- 1- milieu moins acide et parfois alcalin,
- 2- milieu plus riche en éléments minéraux,
- 3- milieu moins déficient en oxygène,
- 4- tourbe généralement bien décomposée,
- 5- forte diversité en végétaux vasculaires,
- 6- la flore est dominée par les Cyperaceae (*Carex* sp.),
- 7- on peut retrouver des espèces arbustives (*Alnus* sp.,  
*Myrica* sp.), surtout dans les fens adjacents aux cours  
d'eau, les fens riverains,

(Boelter et Verry, 1978; Riley, 1988; Clymo, 1983; Zoltai et Pollet, 1983; Glaser, 1987; Fleurbec, 1987). La subdivision des fens est plus problématique que celle des bogs, à cause de la plus grande diversité des habitats et des localisations (Fleurbec, 1987).

Les bogs et les fens ne sont pas toujours bien séparés physiquement les uns des autres. On trouve souvent une

juxtaposition d'éléments ombrotrophes et minérotrophes (Fleurbec, 1987). Ces patrons de végétation complexes et inusités sont reliés aux subtiles interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines (Siegel, 1981; Glaser et al., 1986). Bowers (1966) affirme que même dans le cas des bogs, qui sont plus homogènes que les fens, il peut se glisser des difficultés et de la subjectivité dans leur délimitation. Ceci s'explique par le continuum qui existe dans les paramètres décrivant les divers types de tourbières (Gauthier, 1980; Sjörs, 1983).

#### 1.4 Formation et évolution des tourbières ombrotrophes

Pour qu'il y ait formation et accumulation de tourbe, certains facteurs doivent agir pour que la production de matière organique soit plus importante que sa décomposition (Glaser, 1987). Ces conditions se réunissent principalement sous des climats froids et humides, en particulier pour les bogs (Fleurbec, 1987). Dans les régions boréales, c'est la température qui est la principale raison pour laquelle la décomposition est ralentie et parfois même inhibée. Dans nos régions plus tempérées, c'est le manque d'oxygène causé par l'inondation permanente et la stagnation de l'eau qui freine la décomposition et favorise l'établissement des tourbières. Le passage des glaciers dans de nombreux endroits de l'hémisphère Nord a

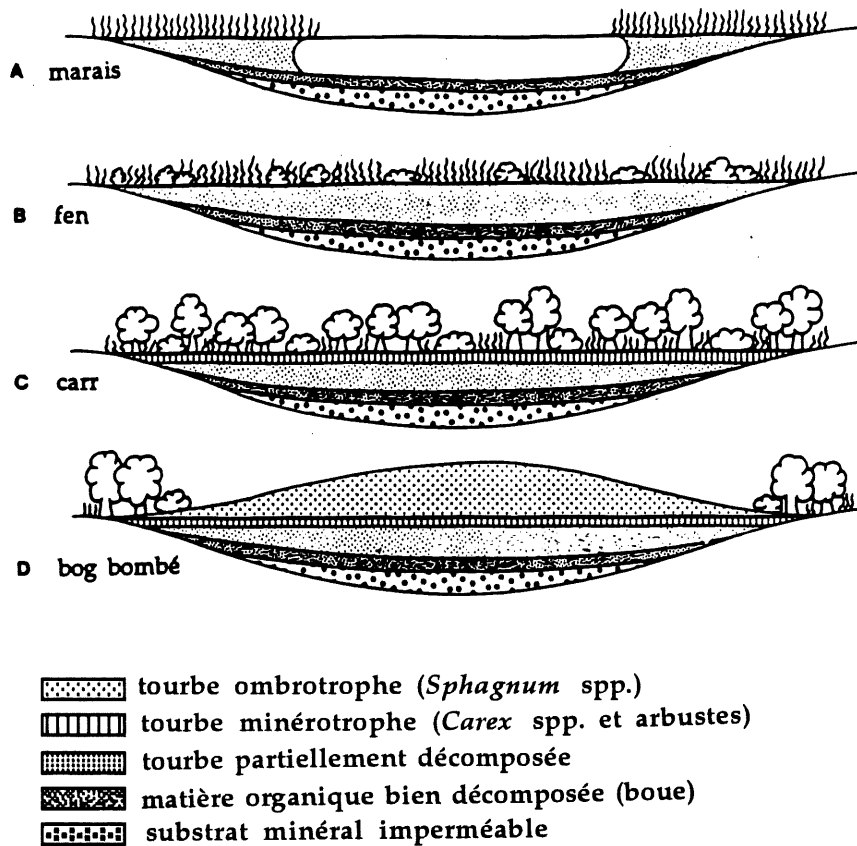
favorisé l'étalement de dépôts morainiques qui ralentissent considérablement les mouvements de l'eau (Boelter et Verry, 1978). En effet, les tills glaciaires non triés sont plutôt imperméables à l'eau (Todd, 1980; Boelter et Verry, 1978). Les dépressions dans les sédiments glaciaires se remplissent soit par les précipitations soit par la fonte de blocs de glace s'étant détaché du front glaciaire lors de son retrait (kettle ou marmite) (Boelter et Verry, 1978; Hamblin, 1989). Le comblement graduel de la dépression va s'ensuivre.

### 1.5 Chronologie de la formation

Les processus de formation des tourbières sont extrêmement lents. Par exemple, on a déterminé à l'aide du carbone-14 que le taux d'accumulation de la tourbe était de 3 à 4 cm par 100 ans à la tourbière de Lanoraie (Fleurbec, 1987). Il est donc difficile de déterminer les diverses étapes de transformation d'un étang en un milieu plus terrestre. En analysant des échantillons de tourbe provenant de diverses profondeurs, on peut raisonnablement en déduire de quelles espèces ils proviennent. C'est ce qu'ont fait de nombreux auteurs (voir Tallis (1983) pour une revue; Palmer, 1970). Les résultats diffèrent d'un endroit à l'autre mais en gros, on retrouve une succession de 4 types de communautés (Tallis, 1983):

- Espèces limnétiques: espèces du tapis flottant qui s'avance dans l'eau à partir du bord. Ex: *Carex* sp.
- Espèces telmatiques: espèces ayant leurs racines dans l'eau peu profonde et formant de la tourbe sous le niveau de l'eau. Ex: *Typha* sp., *Phragmites* sp. (espèces plus minérotrophes)
- Espèces semi-terrestres: espèces dont les racines sont au-dessus du niveau de la nappe d'eau mais qui sont inondées de façon saisonnière. Ces espèces forment de la tourbe au-dessus du niveau de la nappe. Ex: *Alnus* sp.
- Espèces terrestres: espèces adaptées aux nappes d'eau basses et ne produisant à peu près pas de tourbe.

De par les diverses études, il est généralement accepté que de façon générale toutes les tourbières se développent d'abord en tourbières minérotrophes (Dansereau et Segadas-Vianna, 1952; Walker, 1970). La figure 1 résume les étapes du comblement-type d'une dépression. Le comblement débute par la sédimentation des plantes flottantes et des macrophytes submergés (*Nuphar*, *Myriophyllum*). Cette sédimentation produit une boue bien décomposée car les conditions sont encore bonnes pour les microorganismes décomposeurs (Walker, 1970). Par la suite, on assiste à l'apparition d'espèces plus terrestres (telmatiques) qui commencent à s'avancer dans l'eau et même sur l'eau (tapis flottant). On parle de plantes comme *Phragmites* sp., *Typha* sp.,



**Fig. 1.** Etapes du comblement d'une dépression par la tourbe (tourbière ombrotrophe) (Adapté de Moore, 1990)

certaines espèces de *Carex* (hypothèse la plus acceptée pour l'Amérique du Nord), etc. Encore une fois ici, la matière organique produite est relativement bien décomposée (Walker, 1970). A partir du stade suivant, la matière organique qui se dépose est vraiment de la tourbe (Walker, 1970; Dansereau et Segadas-Vianna, 1952).

L'étape suivante est un fen dans lequel croissent certains buissons (*Myrica*, *Alnus*,...). On appelle ce type de milieu un carr (Dansereau et Segadas-Vianna, 1952; Gore, 1983). La tourbe formée provient encore ici de l'accumulation de tiges et de périgynes (bractées qui entourent la graine) de *Carex* spp. mais aussi de débris d'arbustes (Palmer, 1970; Walker, 1970). C'est ici que la transition minérotrophe/ombrotrophe, i.e. la croissance du tapis de sphaignes, s'opère. Mais dans les petits bassins de type marmite (kettle), l'invasion par les diverses espèces de *Sphagnum* peut survenir dans les premiers stades, suivant même le stade de l'eau libre (Walker, 1970).

Chaque fen ou carr contient le potentiel pour former un bog. Le développement ou non d'une tourbière ombrotrophe va dépendre de la combinaison de plusieurs facteurs plus ou moins indépendants: changements macroclimatiques, épaisseur de la tourbe accumulée qui isole le milieu de l'influence géogène,... En général, les bogs apparaissent dans les dépressions bien définies qui ont un drainage pauvre, un microclimat qui limite l'évaporation (Zoltai et Pollet, 1983) et qui reçoivent des précipitations directes suffisantes (Fleurbec, 1987).

C'est l'arrivée des sphaignes qui indique le changement des conditions minérotrophes aux conditions ombrotrophes. Tous les végétaux influencent la composante abiotique de l'écosystème

dans lequel ils vivent mais très peu le font de façon aussi drastique que les différentes espèces du genre *Sphagnum*. Les sphaignes agissent sur le milieu principalement par deux voies: en acidifiant fortement le substrat et en libérant des composés phénoliques. L'absorption des éléments minéraux se fait par échange ionique (Salisbury et Ross, 1985). Dans le cas des ions positifs, chaque cation absorbé de la matrice du sol est échangé contre un ion hydrogène qui est évacué à l'extérieur de la plante. Les espèces de *Sphagnum* possèdent plus de ces sites d'échange cationique qu'aucune autre plante connue (Tallis, 1983). La non-circulation de l'eau contribue à l'acidification du milieu car les nombreux ions  $H^+$  libérés par les sphaignes ne peuvent être évacués. Les sphaignes libèrent aussi des composés phénoliques dont le sphagnol (Tallis, 1983; Johnson, 1985). Ces composés vont également contribuer à l'abaissement du pH et à inhiber les microorganismes décomposeurs. Et la baisse du pH et la libération de ces composés phénoliques vont défavoriser l'établissement d'espèces plus minérotrophes.

Chaque partie du fen ou du carr dans laquelle l'accumulation de matière organique s'effectue plus rapidement que la remontée générale de la nappe d'eau et où l'humidité de l'air est suffisante peut servir de point de départ à la croissance d'un bog. Protégées de l'influence minérotrophe, les sphaignes peuvent alors s'établir et former des buttes où des



espèces ombrotrophes vont croître ultérieurement (Zoltai et Pollet, 1983). C'est ce qu'a constaté Gauthier (1980) dans certains sites du Parc des Laurentides. Des espèces plus ombrotrophes croissent sur les buttes alors que les espèces minérotrophes sont restreintes aux creux situés plus près de la nappe d'eau. Une coupe faite dans une de ces buttes montre une nette démarcation entre la tourbe mal décomposée de la butte et celle de la zone sous-jacente. A la longue, les buttes croissent latéralement et forment alors une couche ombrotrophe plus uniforme: la tourbière minérotrophe devient ombrotrophe (Gauthier, 1980; Fleurbec, 1987). Une autre théorie veut que l'établissement des sphaignes soit facilité par une certaine acidification préalable du milieu par d'autres bryophytes (voir Tallis, 1983).

#### 1.6 Succession végétale dans les tourbières ombrotrophes

La dynamique de la végétation ne s'arrête pas lorsque la tourbière devient majoritairement ombrotrophe. Une théorie veut qu'il y ait succession cyclique à l'intérieur de la tourbière (voir Tallis, 1983). A certains endroits, il y aurait croissance supérieure des sphaignes et d'autres espèces (ex: *Eriophorum spissum* Fernald.) pouvant former des buttes plus sèches que le milieu environnant et produisant moins de tourbe. Dans les creux, la croissance se poursuivrait avec la remontée de la

nappe phréatique et il s'ensuivrait une dégénérescence des bosses. Cette alternance de bosses et de creux serait en fin de compte le stade climacique de l'écosystème tourbeux. Mais les recherches pour étayer cette théorie n'ont pas vraiment été concluantes (voir Tallis, 1983).

L'éventuel établissement de groupements forestiers sur le sol tourbeux a aussi intéressé plusieurs chercheurs. Dansereau et Segadas-Vianna (1952) ont même affirmé que le stade ultime d'évolution d'une tourbière ombrotrophe était l'érablière sucrière laurentienne (à tilleul). Cela semble très peu probable. Les deux seules espèces arborescentes pouvant raisonnablement s'implanter dans les écosystèmes tourbeux sont le mélèze laricin (*Larix laricina* (Du Roi) K.Koch.) et l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP.). Les arbres s'installent sur les buttes de sphaignes où les conditions hydriques sont plus adéquates pour leur système racinaire (Fleurbec, 1987). Les épinettes se reproduisent par marcottage et forment alors des bosquets ça et là dans la tourbière. L'ombre créée par ces bosquets inhibe la croissance de la butte de sphaignes et il se forme des bourrelets autour des épinettes. Les précipitations transforment le centre des buttes en mares, ce qui cause la mort des arbres (Fleurbec, 1987). La butte se reforme alors et le cycle reprend. Ceci, associé à la très faible croissance de *Picea mariana* (Mill.) BSP. dans ce milieu

et aux fréquents incendies, rend l'implantation d'une forêt très peu probable. Effectivement, il est étonnant de constater combien les arbres sont secs dans cet écosystème humide.

L'augmentation de la densité et de la hauteur des arbres du centre de la tourbière vers sa périphérie n'indiquerait donc pas la progression de la forêt sur la tourbe mais bien la progression de la tourbière sur le sol minéral adjacent. La forêt périphérique serait finalement le front d'envahissement de la tourbière (Gauthier, 1980). Les sphaignes présentes dans les groupements de pessière à sphaigne envahissent souvent les forêts mésophiles voisines car le sol minéral y est couvert d'un humus brut épais qui facilite leur implantation (Gauthier, 1980). Comme les espèces de *Sphagnum* modifient grandement leur milieu, les conditions deviennent inadéquates pour les espèces en place (sapin, érable,...) et celles-ci sont remplacées par l'épinette noire (Gauthier, 1980; Fleurbec, 1987). Ce phénomène est appelé paludification et est dans beaucoup d'endroits le phénomène majeur de formation des tourbières (Glaser, 1987; Westhoff, 1990).

Mais la colonisation forestière peut s'effectuer dans certaines conditions. Gauthier (1980) a effectivement recensé des dépressions tourbeuses totalement recouvertes de forêt. A Johnville même, la comparaison de deux photographies aériennes,

l'une datant de 1939 et l'autre de 1985, montre aussi que les groupements forestiers d'épinette noire semblent gagner du terrain sur la tourbière ouverte, du moins à certains endroits.

Quant au comblement des mares, étangs et dépressions, tout dépend de leur profondeur. Les sphaignes ont besoin d'un appui afin de pouvoir s'implanter. Si jamais l'étendue d'eau libre est trop profonde, le remplissage peut se restreindre à la périphérie. Le milieu du plan d'eau reste libre pour très longtemps (Gauthier, 1980). Sjörs (1963) a affirmé que dans plusieurs tourbières de Suède, il ne s'était pas accumulé de tourbe dans les mares depuis 2000 à 3000 ans. La présence de buttes de sphaignes peuplées de bosquets de *Picea mariana* dans les mares (Fleurbec, 1987) ainsi que celle d'éricacées à moitié submergées sur les bords (Gauthier, 1980) semblent même indiquer que les mares et dépressions peuvent s'agrandir. Les causes peuvent être: oxydation de la tourbe, action mécanique des vagues, pression exercée par les glaces (Gauthier, 1980). Contrairement à l'idée généralement en vogue, l'évolution de ces milieux pourrait se faire vers des communautés plus hydrophiles.

## 1.7 Adaptations des végétaux des tourbières ombrotrophes

L'accumulation de matière organique non-décomposée et la présence continuelle de la nappe phréatique près de la surface du sol créent des conditions particulières avec lesquelles les végétaux doivent composer. La flore des tourbières va donc montrer des adaptations morphologiques et métaboliques à ce milieu.

### 1.7.1 Anaérobiose

Une première caractéristique importante des écosystèmes tourbeux est la faible concentration en oxygène du substrat. Chez des plantes intolérantes à l'inondation, une concentration en oxygène plus faible que 1% cause un déséquilibre entre la respiration aérobie et les réactions de la glycolyse (Crawford, 1983). Le métabolisme anaérobie prend la relève. Ceci cause une baisse de la concentration de citrate et d'ATP, qui cause à son tour une accélération de la glycolyse: c'est l'effet Pasteur (Crawford, 1983). Le méthanol formé de manière anaérobie occasionne des bris de membranes et d'organites cellulaires. La plante devient moins résistante aux stress et aux agents infectieux. On pense que chez les espèces adaptées aux inondations prolongées, il existe un mécanisme qui contrecarre l'effet Pasteur. Ces espèces produisent aussi d'autres produits

de respiration anaérobie (glycérol, acides aminés,...) afin d'éviter l'accumulation excessive de certaines substances. Le délai entre l'inondation et l'accumulation laisse croire que le manque d'oxygène induit un système enzymatique spécialement adapté (Crawford, 1983).

On note également des adaptations morphologiques aux conditions de faible oxygénation. Cela semble surtout être observé chez les monocotyles herbacées et chez les espèces arborescentes comme l'épinette noire et le mélèze laricin (Crawford, 1983; Tallis: 1983; Glaser, 1987). Plus les racines sont près de la surface, plus elles sont près de la couche d'eau oxygénée. Chez les monocotyles herbacées (Cyperaceae, Juncaceae), il y a au printemps pousse de racines adventives qui prennent place dans la partie aérobie du substrat et qui remplacent celles qui ont été détruites par le gel et par l'accumulation de tourbe (Crawford, 1983). Certaines de ces espèces herbacées possèdent des tiges creuses gonflées d'air ainsi que des tissus spécialisés (aérenchymes) qui peuvent approvisionner les parties souterraines en oxygène et aussi créer un microenvironnement enrichi en  $\text{CO}_2$  qui favorise le rendement photosynthétique (Crawford, 1983).

La pauvreté de la flore arborescente des tourbières (bogs: *Picea mariana* et *Larix laricina*) indique la difficulté des

arbres à s'adapter à la montée du niveau de la tourbière (Glaser, 1987). A Johnville par exemple, on a recensé dans presque tous les quadrats des plantules d'*Acer rubrum* L. mais très rarement des arbres adultes bien implantés (Blouin et Michaud, 1991). Ceci avait déjà été noté par Palmer (1970). Les arbres des tourbières s'ajustent à la croissance du tapis de sphaignes et à la montée de la nappe d'eau de plusieurs façons:

- 1- étalement horizontal des racines pour à la fois se donner plus de support dans ce milieu peu solide et pour rester dans la zone plus oxygénée (Crawford, 1983; Tallis, 1983). Dans les parties boisées de la tourbière de Johnville, on peut effectivement constater cela en regardant les châblis.
- 2- le marcottage: les branches inférieures s'enfoncent dans le tapis de mousses et s'enracinent pour former des bosquets (Glaser, 1987).
- 3- comme chez les monocotyles herbacées, formation de racines adventives pour suppléer à celles asphyxiées en profondeur (Crawford, 1983; Glaser, 1987).
- 4- pousse de nouvelles tiges à partir des racines. Ce phénomène, qui est peu commun, se voit par exemple quand l'arbre est déraciné (Glaser, 1987).

### 1.7.2 Approvisionnement hydrique

Un autre problème auquel peuvent faire face les végétaux des tourbières est l'approvisionnement en eau. Cela semble très paradoxal dans un écosystème constamment inondé. La disponibilité de l'eau dans le substrat tourbeux peut être limitée par plusieurs facteurs (Bradbury et Grace, 1983; Crawford, 1983; Glaser, 1987):

- 1- les faibles températures (quand la tourbe est gelée l'hiver, son absorption est pratiquement impossible).
- 2- son adsorption dans la tourbe.
- 3- la présence de composés toxiques (liés à l'anaérobiose).
- 4- une faible quantité d'oxygène.
- 5- l'assèchement périodique de la surface.

Les végétaux vont donc développer entre autres des particularités morphologiques susceptibles de ralentir la perte d'eau, surtout en automne et tôt le printemps quand la plante transpire et le sol est gelé (Crawford, 1983; Bradbury et Grace, 1983). Cette protection peut prendre plusieurs formes: feuilles enroulées pour exposer les stomates le moins possible (Salisbury et Ross, 1985), couche de cutine ou de résine sur les feuilles (Marie-Victorin, 1964),... Toutes ces adaptations structurales sont en gros semblables à celles développées par les plantes désertiques. Mais des mesures du taux de transpiration ont



montré peu de différences entre les espèces de tourbière et les espèces plus mésophiles (Glaser, 1987).

### 1.7.3 Déficience en éléments minéraux

Cette apparente adaptation à la dessiccation excessive est plutôt considérée comme liée à la déficience en éléments minéraux des tourbières et en particulier des bogs (Reader, 1979; Crawford, 1983; Johnson, 1985; Glaser, 1987). Dans les tourbières ombrotrophes, il est considéré que le transfert des nutriments ne se fait que dans un sens (de la plante vers le substrat) à cause de la très faible activité microbienne (Dickinson, 1983). Les précipitations sont donc la source majeure d'éléments minéraux (Dickinson, 1983; Johnson, 1985). Les végétaux ont donc tout intérêt à garder le plus longtemps possible leurs tissus afin d'éviter un gaspillage des minéraux. C'est ce qu'on remarque dans les tourbières, surtout chez les éricacées (kalmia, lédon, cassandre,...) et chez les conifères (exception faite du mélèze), qui peuvent garder leurs feuilles pour des périodes allant de 2 à 4 années (Reader, 1979).

La conservation des feuilles aide sans doute les végétaux à conserver leurs éléments minéraux mais augmente aussi leur susceptibilité aux attaques des herbivores. Reader (1979) a noté qu'une défoliation entraînait une baisse de la croissance entre

autres chez *Ledum groenlandicum* Retzius et *Kalmia polifolia* Wang. Plusieurs plantes des tourbières vont s'adapter à cette pression par différents mécanismes (Reader, 1979): structures de la tige (épines, canaux résinifères), ajustements morphologiques (cuticule, poils, cires,... qui rendent les feuilles moins facilement attaquables), détournement du métabolisme vers la formation de composés chimiques secondaires tels les tannins, les phénols, les terpènes et les alcaloïdes qui découragent l'herbivore après une première bouchée de feuille. Une théorie capitale en écologie a été émise en vue d'expliquer l'apparition et l'évolution de ces caractéristiques chez les plantes: c'est la théorie de Rhoades sur la défense anti-herbivore (voir Krebs, 1985). Il y aurait coévolution entre la plante et son herbivore, chacun ayant l'avantage durant un certain temps avant que l'autre développe ou amplifie une caractéristique lui permettant de faire pencher le balancier de son côté.

Les plantes ont aussi développé des caractéristiques qui leur permettent d'aller puiser les infimes traces d'éléments minéraux quand même présents dans le substrat tourbeux. Selon Powell (1975) et Glaser (1987), certaines plantes (Cyperaceae et Juncaceae) ont développé un impressionnant réseau de racines et de rhizomes avec beaucoup de poils absorbants qui excellent entre autres dans l'absorption du phosphore. Quelques espèces d'*Eriophorum* ont des racines qui pénètrent jusqu'à 1 m dans le

sol (Dickinson, 1983). Comme chez de nombreuses espèces, la croissance des poils absorbants est inhibée dans des milieux inondés, acides et déficients en calcium, celles-ci se sont plutôt associées à des champignons, les mycorhizes. Une portion substantielle des plantes des tourbières en sont régulièrement infectées. Par exemple, les éricacées et les Orchidaceae ont des types de mycorhizes qui leur sont propres (Dickinson, 1983).

#### 1.7.4 Carnivorie

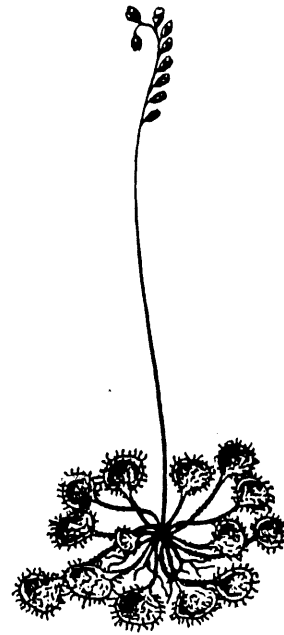
D'autres plantes ont plutôt évolué pour puiser les éléments nutritifs dans le milieu biotique plutôt que dans le milieu abiotique. Ce sont les plantes carnivores, qui constituent certes un des attrait majeurs des tourbières. Au Québec, on en rencontre quatre genres: *Sarracenia*, *Drosera*, *Utricularia* et *Pinguicula* (Marie-Victorin, 1964). La figure 2 montre les deux espèces rencontrées à Johnville. Des animaux qu'elles capturent, en très grosse majorité des invertébrés (des petits batraciens peuvent être piégés chez les grosses espèces), les plantes tirent les macroéléments comme l'azote et le phosphore mais aussi des oligoéléments (Johnson, 1985).

Divers mécanismes sont utilisés pour attirer et attraper les petits animaux. Chez *Sarracenia purpurea* L., la feuille s'est modifié en une urne en partie fermée par un opercule

sortie. Des enzymes digèrent ensuite l'insecte. Étonnamment, certains genres d'arthropodes vivent sans problème là où les autres sont digérés (Swales, 1969). Chez *Drosera* sp., la feuille est munie de poils gluants qui retiennent les insectes et les



*Sarracenia purpurea* L.



*Drosera rotundifolia* L.

**Fig. 2.** Plantes carnivores rencontrées à Johnville (Adapté de: Marie-Victorin, 1964)

digèrent (Marie-Victorin, 1964; Fleurbec, 1987). Enfin, chez *Utricularia* sp. il y a présence de petits sacs transparents, les utricules (Fleurbec, 1987). Comme ces sacs contiennent peu de liquide, l'eau dans laquelle ils baignent exerce une pression pour entrer. Une porte contrôlée par des poils sensitifs bloque hermétiquement l'accès. Quand un animal touche aux poils sensitifs, la porte s'ouvre et celui-ci est aspiré. Il y a ensuite digestion.

#### 1.8 Flore ombrotrophe et flore minérotrophe

Comme on peut le voir dans ces nombreux exemples d'adaptations, la flore des tourbières diffère sensiblement de la flore du milieu mésophile environnant. C'est surtout la flore des bogs qui est particulière et beaucoup plus uniforme (Fleurbec, 1987). La distribution circumboréale de beaucoup de ses composantes majeures (éricacées) semble montrer que peu d'espèces peuplent avec succès ces milieux (Glaser, 1987). Les tourbières minérotrophes sont plus variables, avec une flore qui change selon la diversité des conditions du milieu (Fleurbec, 1987). Certaines espèces ne sont réservées qu'aux bogs, d'autres aux fens et d'autres sont transgressives et peuvent s'acclimater à beaucoup de conditions différentes (Gérardin et al, 1984). Dans l'ouvrage de Couillard et Grondin (1986), une classification de ces espèces est faite. Le statut trophique de

la tourbière peut donc raisonnablement être déterminé par la composition floristique de ses groupements végétaux. La proportion des divers types d'espèces dans un milieu indiquera s'il s'agit d'un bog ou d'un fen.

## 1.9 Impacts de l'homme sur les tourbières

Comme à peu près tous les autres écosystèmes du monde, les tourbières sont vues comme un réservoir de matières premières destinées à donner à l'homme les moyens d'accéder à un plus haut niveau de vie et, de ce fait, au bonheur. La tourbe et l'écosystème tourbeux sont donc utilisés depuis la nuit des temps mais c'est depuis la révolution industrielle et l'explosion démographique que l'usage de la tourbe s'est généralisé, évidemment au détriment des êtres vivants qui y vivent. Je vais faire ici un survol des principaux usages que l'on fait des tourbières et de leurs effets sur celles-ci.

### 1.9.1 Drainage

Le sort le plus fréquent qui frappe une tourbière est son drainage. On draine les tourbières pour plusieurs raisons, dont l'agriculture et l'horticulture. On exploite ici les propriétés particulières du substrat tourbeux:

- 1- un très bon contenu en matière organique: ceci en fait un bon substrat pour la microflore du sol (Moore et Bellamy, 1974; Glaser, 1987),
- 2- à cause de sa nature fibreuse due aux tiges de plantes mal décomposées, la tourbe possède une très forte capacité de rétention d'eau. La tourbe de sphaignes peut retenir jusqu'à 800% de son poids en eau (Moore et Bellamy, 1974),
- 3- une très grande capacité d'échange cationique: ceci peut être utile dans les sols où le contenu en argile est faible. (Moore et Bellamy, 1974; Stewart, 1977).

On peut récolter la tourbe, la sécher et la mettre en ballots pour utilisation ultérieure, principalement pour l'aménagement paysager résidentiel (Zoltai et Pollet, 1983). On peut faire subir quelques transformations à la tourbe en la saturant par exemple en sels minéraux avant de la vendre afin d'en augmenter la valeur fertilisante (Moore et Bellamy, 1974).

On peut également cultiver sur le site même. Un estimé de 40000 hectares de tourbières étaient sous culture au Canada en 1983 (Zoltai et Pollet, 1983). Ce sont surtout des fens, à cause de leur plus grande fertilité (Moore et Bellamy, 1974). On y cultive entre autres des légumes, dont les 8000 ha du Holland Marsh qui desservent le marché de Toronto. Un nombre appréciable

de légumes peuvent être cultivés. En plus, plusieurs autres types de culture peuvent être faits dans les bogs et les fens: gazon, fleurs, fourrage, fruits (fraises et framboises), canneberges, bleuets, riz sauvage... (Moore et Bellamy, 1974; Stewart, 1977; Zoltai et Pollet, 1983). De ces cultures, celles des bleuets, des canneberges et du riz sauvage sont les moins dommageables pour l'écosystème car ces espèces poussent naturellement dans les tourbières. Les perturbations y sont donc très réduites.

Selon Stewart (1977), l'agriculture sur les tourbières est rentable seulement à court terme. Avec le temps, il y a une énorme perte de substrat appelée subsidence. En Ontario par exemple, plusieurs fermes de la périphérie du Holland Marsh ont dû cesser leur activité à cause de la perte du sol (Moore et Bellamy, 1974). La principale cause de la subsidence est l'oxydation de la tourbe lorsqu'elle est libérée de l'anaérobiose causée par l'inondation permanente (Moore et Bellamy, 1974; Stewart, 1977; Macfarlane, 1977; Goode et al., 1977, Bridgham, 1991). Cette perte de substrat amenuise le peu de chances qu'a la végétation originale de réinvestir le milieu après l'arrêt des cultures. Ceci s'ajoute au fait qu'on chaule et fertilise le sol avant de le cultiver (Moore et Bellamy, 1974; Stewart, 1977). Pour les tourbières affectées seulement par la récolte de tourbe, le recouvrement de la végétation



dépend de la hauteur de la nappe d'eau (Glaser, 1987; Schouwenaars, 1988). Si elle est basse, le processus sera extrêmement lent. Par contre, si le niveau d'eau est gardé haut, il peut s'écouler environ 10 ans avant que la tourbière reprenne une allure normale.

La tourbe peut aussi être récoltée pour des utilisations industrielles. Elle peut d'abord servir de combustible, soit directement soit en étant transformée en coke ou semi-coke ou encore en combustible liquide. Sa valeur calorifique varie selon son origine végétale (Moore et Bellamy, 1974; Zoltai et Pollet, 1983). Ses bonnes capacités d'absorption en font un bon moyen de traiter les eaux usées ou de récupérer le pétrole déversé en mer (Ruel et al., 1977), sous sa forme originale ou sous forme de charbon activé (MacFarlane, 1977).

On peut drainer une tourbière uniquement pour l'approvisionnement en eau potable comme à Johnville (la tourbière est une source d'appoint qui n'est plus guère utilisée pour la ville de Lennoxville). Il est évident que les chances que la végétation naturelle se maintienne sont plus grandes car la surface n'est pas transformée en culture. Mais la seule baisse du niveau d'eau peut affecter grandement les espèces présentes et en favoriser l'arrivée de nouvelles. Pour une régénération convenable de *Sphagnum* sp., Schouwenaars (1988)

estime que le niveau de la nappe ne doit pas descendre à plus de 40 cm sous la surface lors de la saison de croissance. Une trop grande baisse de la nappe peut permettre l'apparition d'espèces plus mésohydriques. On peut le voir à Johnville où, de chaque côté d'un fossé de drainage, on note la présence d'espèces moins apparentées aux tourbières. C'est aussi ce qu'avait remarqué Joyal (1970) dans une tourbière près d'Ottawa où la région drainée subissait l'invasion de *Populus tremuloides* Michx.

On peut voir combien l'hydrologie est intimement liée au comportement de l'écosystème. Toute activité qui modifiera le régime hydrique d'une tourbière en modifiera grandement son évolution. Une des activités qui affecte indirectement le comportement hydrique des bogs et des fens est la foresterie. L'équilibre d'une tourbière se fait entre sa recharge et sa décharge en eau (ruissellement, évapotranspiration). La plantation et la récolte d'arbres vont avoir une influence sur les entrées et les sorties d'eau: hausse ou diminution de l'évapotranspiration, interception des précipitation par le couvert forestier, interception du ruissellement par les racines,... (Moore et Bellamy, 1974; Zoltai et Pollet, 1983; Chapman et Rose, 1991). Suivant ce qui se passe, il peut y avoir assèchement du substrat, ce qui favorise l'entrée d'espèces peu communes aux bogs et aux fens, ou bien humidification, ce qui entraîne souvent le phénomène de paludification.

### 1.9.2 Voies de communication

Les tourbières peuvent aussi être influencées par le passage de voies de communication, que ce soit des routes, des lignes de transport d'électricité, des pipelines,... A Johnville même, une ligne électrique traverse la partie de tourbière adjacente au terrain couvert par ce travail. Ces infrastructures sont habituellement construites sur les terres humides car celles-ci sont souvent éloignées des zones habitées. On veut ainsi minimiser les impacts sur les êtres humains, surtout les impacts esthétiques (Glaser, 1987; Nickerson et Thibodeau, 1984). De plus ces terrains sont non-développés (pas d'expropriation à faire) et souvent peu coûteux à acquérir (Nickerson et Thibodeau, 1984). Ce sont les travaux de construction qui vont beaucoup affecter le milieu. La pose de pylônes ou de sections de pipeline implique qu'une machinerie lourde soit amenée sur place. Cette machinerie peut assurément endommager les surfaces et en changer les conditions hydriques (Radforth et Burwash, 1977; Macfarlane, 1977; Glaser, 1987). Comme à Johnville, où plusieurs sentiers pédestres et de véhicules à 4 roues motrices parsèment la tourbière, ce sont les régions ayant une humidité supérieure qui se dégraderont les premières (Bellamy et al., 1971). La végétation en place se verra déloger par des espèces plus hydrophiles (ex: *Drosera rotundifolia* L. à Johnville). Les régions couvertes d'éricacées

résisteront mieux aux véhicules grâce aux tiges ligneuses qui protégeront le tapis de sphaignes (Bellamy et al., 1971)

Nickerson et Thibodeau (1984) ont noté qu'un écosystème bog-marais buissonnant peut se remettre substantiellement d'une perturbation de la sorte dans une période de 4 ans. A la longue et suivant l'enlèvement de la végétation arborescente lors de la construction et du dégagement continu de l'emprise, les patrons de végétation se trouvent altérés (Glaser, 1987). Il peut s'ensuivre une mosaïque de milieux qui peut favoriser la taille des populations et la diversité spécifique de la communauté animale, dont les oiseaux (Nickerson et Thibodeau, 1984). Même si on peut difficilement généraliser, chaque tourbière étant différente des autres, l'évolution naturelle de ces écosystèmes s'en trouve altérée.

### 1.9.3 Pâturages

Les tourbières peuvent également servir de pâturages sans drainage ou préparation. Cette activité est surtout pratiquée en Europe (Angleterre) où les tourbières en couverture (blanket bogs) forment une part majeure des ressources végétales utilisées pour l'élevage extensif du mouton (Grant et al., 1985). Les plantes des bogs se divisent, en gros, en deux types: les plantes sempervirentes, qui sont bonnes pour le broutage

d'hiver mais qui ne donnent pas assez d'éléments nutritifs durant la période de gestation et de lactation des brebis, et les plantes à croissance saisonnière qui fournissent une bonne nutrition pour la période estivale mais qui disparaissent complètement en automne (Cyperaceae). Le mouton va alternativement se nourrir de ces espèces. La représentation de ces deux types d'espèces indiquera la réponse du milieu à la pression de broutage. Il faut que cette pression ne soit pas trop forte pour qu'il y ait un bon équilibre dans la distribution de toutes les espèces de la tourbière (Grant et al., 1985). L'augmentation du broutage va causer un appauvrissement de la végétation en favorisant la croissance de certaines espèces par rapport à d'autres (Rawes et Hobbs, 1979). A la longue, il y aura dégradation du substrat causée par l'augmentation des surfaces nues exposées à l'érosion. Mais il semble entendu qu'un broutage adéquat puisse être un moyen raisonnable de gestion des milieux tourbeux en maintenant la végétation dans son état actuel.

## CHAPITRE 2

### TOURBIÈRE DE JOHNVILLE: CARACTÉRISATION

#### 2.1 Localisation

La tourbière de Johnville est située dans la région des Cantons de l'Est, à environ 12 km au sud-est de Sherbrooke (annexe 1). Ses coordonnées géographiques sont: 45° 21' N et 71° 44' O. On y accède principalement par la route 108 à partir de Lennoxville et par les chemins North (Sand Hill) ou Robinson. C'est un complexe de trois étangs où deux d'entre eux sont séparés du troisième, le plus petit, par des accumulations de gravier (Bowers, 1966). Ces accumulations de gravier donnent à la tourbière une marge très irrégulière, surtout dans sa partie ouest. La partie de la tourbière couverte dans cet essai appartient à la municipalité de Lennoxville. À l'est, un particulier possède le restant de la partie tourbeuse. Le terrain est situé sur le territoire de la MRC du Haut St-François. Du point de vue de la cartographie écologique de Thibault et Hotte (1985), la tourbière est située dans le sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune. Zoltai et Pollett (1983) proposent également une classification des terres humides du Canada. La tourbière de Johnville se situe dans la région tempérée orientale, où les groupements caractéristiques sont des marais à arbres décidus et les bogs conifériens. En général, les bogs apparaissent dans des dépressions bien définies.

## 2.2 Dépôts de surface

Le passage des glaciers est, dans nos contrées plus tempérées, le facteur le plus déterminant dans le développement potentiel des tourbières. Les sédiments transportés par l'activité glaciaire vont créer les conditions hydrologiques nécessaires à l'accumulation de tourbe. A Johnville, les dépôts majeurs dans les environs immédiats sont des tills indifférenciés, qui sont plutôt imperméables car les particules de faible granulométrie vont boucher les interstices entre les particules plus grosses. A l'est de la zone tourbeuse, des sables glacio-lacustres s'étendent du nord au sud. Au sud de la tourbière, un esker est présent sur une droite joignant approximativement le petit étang et les deux gros. Ces dépôts, d'une hauteur de 3 à 20 m environ, ont créé la dépression dans laquelle la tourbe s'est développée, dépression que l'on peut deviner lorsqu'on se rend au petit étang à partir du sol minéral adjacent.

## 2.3 Utilisation du sol

La tourbière a déjà servi de source d'eau potable pour Lennoxville et sert maintenant de source d'appoint non exploitée. Sur les sites minéraux directement adjacents à la

tourbière, une exploitation forestière a été entreprise durant l'été 1991. Il s'agit d'une coupe d'éclaircie avec protection de la régénération, dans laquelle la sortie des arbres abattus se fait à l'aide de chevaux. Toutefois, des traces de véhicules lourds ont été aperçues assez près de la surface tourbeuse lors d'une visite en octobre 1991. Cette activité de coupe fait partie d'un plan de gestion comprenant plusieurs étapes et visant la mise en valeur de l'ensemble du territoire.

A environ un kilomètre au sud, on retrouve l'agglomération de Johnville. De nombreuses gravières et sablières se retrouvent également au sud, à cause des importants dépôts meubles présents. L'autre occupation majeure du sol est l'agriculture. On retrouve des exploitations agricoles le long du chemin North au sud-ouest et au nord-ouest de la tourbière ainsi que plus à l'est, à l'intersection des chemins Wheeler et Jordan Hill.

## 2.4 Végétation

La composition végétale de la tourbière de Johnville a été étudiée par Bowers (1966) et Palmer (1970), dans le cadre d'un survol des tourbières ombrotrophes du haut bassin de la rivière St-François, par Boisvert (1986) ainsi que par Blouin et Michaud (1991). Cette dernière étude étant la plus exhaustive et faite



dans une optique de préservation et d'aménagement, une revue plus détaillée de celle-ci est présentée ici.

#### 2.4.1 Échantillonnage

Durant l'été 1991, 159 parcelles de 100 m<sup>2</sup> (10 m X 10 m) ont été échantillonnées. La distance entre deux parcelles voisines était de 50 m. Le critère de sélection des sites à échantillonner était la présence de *Spagnum* sp. au sol. Tout le substrat tourbeux du terrain de la municipalité de Lennoxville a été couvert par le quadrillage d'échantillonnage. Cette règle de décision n'a toutefois pas été suivie partout. Aux abords des deux plus gros plans d'eau, où on retrouve de la tourbe, aucun échantillonnage n'a été effectué à cause de la petitesse de la zone tourbeuse. Le long du ruisseau Racey et du fossé de drainage, on a échantillonné même si des conditions plus minérotrophes ainsi que les perturbations font que le sol n'est pas recouvert de sphaignes. L'annexe 2 montre l'emplacement des parcelles d'échantillonnage.

L'échantillonnage a eu lieu entre le 10 juin et le 15 juillet 1991. Premièrement, un inventaire de toutes les espèces présentes a été fait. Seule la présence des espèces était notée, sans égard à leur abondance-dominance. Faute de temps pour identification ultérieure en herbier, les plantes d'allure

graminoïde (Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae,...) non facilement reconnaissables sur place ont été ignorées. Bowers (1966) confirme les problèmes d'identification de ces végétaux quand certaines structures comme les fleurs et les fruits sont manquantes.

Une appréciation visuelle du type de végétation a aussi été faite. Les types de végétation ont été classifiés en trois catégories:

- 1- tourbière ouverte, où la très grosse majorité des individus sont des arbustes bas (éricacées). Cette zone semble correspondre aux zones OM et OB (tapis flottant et tourbière ouverte) de l'étude de Bowers (1966),
- 2- tourbière semi-ouverte où, même si on retrouve beaucoup d'éricacées, des arbustes et arbrisseaux de 2-3 m de hauteur dominant le tout. Cette zone correspond assez bien aux zones HS et HT (tourbière ouverte mais avec un bon couvert de *Picea mariana* (Mill.) BSP. et de *Larix laricina* (Du Roi) K.Koch.) de Bowers (1966),
- 3- tourbière fermée, véritable forêt avec des arbres de bonne taille. Ceci semble correspondre aux zones S, T, et SFC (parties forestières dominées par *Picea mariana* (Mill.) BSP., *Larix laricina* (Du Roi) Koch., *Abies balsamea* (L.) Mill. ou *Thuja occidentalis* L.) de la thèse de Bowers (1966).

Les résultats de cette classification sommaire sont présentés dans l'annexe 3.

#### 2.4.2 Richesse floristique

174 espèces de plantes vasculaires, excluant les familles non-échantillonnées, ont été recensées sur l'ensemble du territoire en 1991. Bowers (1966) avait recensé un total de 114 espèces à Johnville, incluant les plantes d'allure graminéoïde. Si on ajoute ces dernières (17) au total de 1991, on se retrouve avec un grand total de 191 espèces de plantes vasculaires. Les écarts importants entre les résultats de Blouin et Michaud (1991) et ceux de Bowers (1966) peuvent s'expliquer par le creusement du fossé de drainage qui a changé le régime hydrologique à cet endroit et instauré des conditions de vie moins extrêmes. Effectivement, l'examen des données de 1991 montre que la plupart des espèces trouvées en 1991 et non en 1966 (91) sont situées dans des parcelles adjacentes au ruisseau Racey ou au fossé de drainage. Un autre groupe de ces espèces a été recensé à l'extrémité nord-ouest de la zone d'échantillonnage, où la pessière à sphaignes laisse la place à une forêt humide dominée par *Thuja occidentalis* L. et *Abies balsamea* (L.) Mill.. Ces écarts quant à la richesse floristique s'expliquent peut-être aussi uniquement par le fait que Bowers (1966) n'a pas échantillonné ces endroits de manière aussi

exhaustive que Blouin et Michaud l'on fait durant l'été 1991. Ces derniers n'ont toutefois pas rapporté 10 espèces que Bowers (1966) avait recensées. Tout cela s'ajoute aux 28 espèces de bryophytes inventoriées par Palmer (1970) tout près du petit étang ainsi que dans la zone de tourbière ouverte située le plus au sud.

La tourbière de Johnville semble donc assez riche floristiquement. L'étude de Bowers (1966) semble indiquer cela également puisque le nombre d'espèces vasculaires retrouvées à Johnville était largement supérieur au nombre moyen d'espèces trouvées dans 10 tourbières ombrotrophes du haut bassin de la rivière St-François (114 vs 81). Une mosaïque de milieux différents, de plus minérotrophes à plus ombrotrophes et de plus humides à plus secs, ainsi qu'un certain degré de perturbation à certains endroits peuvent être la cause de cette diversité floristique.

D'après Bowers (1966), certaines des espèces présentes à Johnville sont des éléments de la flore arctique (*Lycopodium annotinum* L., *Eriophorum spissum* Fernald. et *Coptis groenlandica* (Oeder.) Fern.), d'autres sont des éléments boréaux, d'autres appartiennent au domaine alleghanien alors que certaines sont à la fois des domaines boréal et alleghanien. Parmi les espèces d'affinité boréale, 17 des espèces reconnues par Bowers(1966) à

Johnville sont à peu près restreintes aux bogs dans les Cantons de l'Est: *Amelanchier bartramiana* (Tausch) Roemer, *Andromeda glaucophylla* Link., *Cassandra calyculata* (L.) D.Don, *Kalmia polifolia* Wang., *Ledum groenlandicum* Retzius, *Lonicera villosa* (Michx.) R. & S., *Rhododendron canadense* (L.) Torr., *Salix pyrifolia* Anderss., *Vaccinium angustifolium* Ait., *Vaccinium Oxycoccus* L., *Carex pauciflora* Lightf., *Carex paupercula* Michx., *Carex oligosperma* Michx., *Eriophorum virginicum* L., *Smilacina trifolia* (L.) Desf., *Drosera rotundifolia* L., *Sarracenia purpurea* L.)

#### 2.4.3 Classification

Une classification automatique de la végétation a été effectuée à l'aide du logiciel PAM afin de dégager des groupes d'espèces qui ont tendance à se trouver ensemble. Afin de ramener la matrice des données de terrain (parcelles vs espèces, où la présence de l'espèce est notée par un "1" et son absence par un "0") à une dimension acceptable pour le logiciel de traitement, les espèces présentes dans seulement un ou deux quadrats ont été ignorées. Après plusieurs essais, une séparation de la végétation en 8 classes a été décidée car ce nombre donnait les classes ayant le plus haut degré d'homogénéité. Voici une brève description des classes de

végétation, qui sont cartographiées dans l'annexe 4 et dont les espèces caractéristiques sont énumérées dans l'annexe 5.

Classe 1: Autour du petit étang ainsi qu'à l'extrême nord de la zone échantillonnée, on retrouve des zones de forêt tourbeuse qui semble être l'intermédiaire entre la tourbière ouverte et la forêt du substrat minéral adjacent. On y retrouve des espèces caractéristiques de la tourbière ouverte (*Larix laricina* (Du Roi.) Koch., *Ledum groenlandicum* Retzius., *Vaccinium myrtilloides* Michx., *Kalmia angustifolia* L.,...) ainsi que d'autres espèces (*Abies balsamea* (L.) Mill., *Coptis groenlandica* (Oeder.) Fern., *Cornus canadensis* L.) qui sont plus apparentées aux sapinières (Ansseau et Grandtner, 1988)

Classe 2: Les zones en question sont situées d'une part autour du petit étang, à l'est de celui-ci ainsi que dans la partie sud de la région échantillonnée. Il faut toutefois exclure le tapis flottant directement autour de l'étang, qui n'a pas été échantillonné comme tel à cause de sa superficie réduite. De par les espèces caractéristiques, ces zones sont des zones de tourbière à éricacées humide (*Vaccinium Oxycoccos* L., *Smilacina trifolia* (L.) Desf.) qui intègrent certaines espèces plus forestières (*Nemopanthus mucronatus* (L.) Trel., *Viburnum cassinoides* L., *Gaultheria hispidula* (L.) Mühl.,...).

Classe 3: Une petite zone à mi-chemin entre l'étang et le fossé de drainage (ruisseau Racey) ainsi que la majorité de la grande zone de tourbière ouverte. C'est essentiellement une zone de tourbière ouverte où le seul représentant d'écosystèmes plus forestiers est *Acer rubrum* L.. Mais l'érable rouge a été retrouvé en très grosse majorité à l'état de plantule dans tous les quadrats. Palmer (1970) avait aussi noté ceci. Selon Moizuk et Livingston (1966), les graines peuvent germer et survivre aussi longtemps que leur permettent leurs réserves internes d'éléments minéraux, soit de 2 à 3 ans. Dès que ces réserves sont épuisées, l'incapacité des plantules à s'adapter aux conditions extrêmes de la tourbière fait que celles-ci disparaissent assez rapidement.

Classe 4: Deux zones bien circonscrites: la zone de tourbière ouverte au nord du ruisseau Racey ainsi qu'une zone située à mi-chemin entre le petit étang et la limite est du terrain de Lennoxville. Ces zones ressemblent aux zones de la classe 2 mais on y retrouve en majorité des espèces affectionnant les milieux plus secs (*Rhododendron canadense* (L.) Torr., *Nemopanthus mucronatus* (L.) Trel., *Viburnum cassinoides* L.). D'ailleurs, la présence d'imposantes buttes d'éricacées et de sphaignes démontrent la relative soustraction du milieu à l'influence de la nappe phréatique.

Classe 5: Le long du ruisseau Racey et du fossé de drainage, on retrouve trois zones bien définies où la végétation reflète bien les conditions plus minérotrophes et la perturbation subie par ce milieu. Comme on peut le voir en annexe 2, les espèces présentes dans plus de 50% des quadrats sont beaucoup plus abondantes que dans les autres classes décrites jusqu'ici, ce qui montre la richesse floristique de ces zones. C'est d'ailleurs dans une de ces zones que la parcelle la plus riche (47 espèces) a été échantillonnée. On remarque toutefois que beaucoup de ces espèces sont des espèces rudérales se retrouvant dans à peu près tous les habitats perturbés (*Rubus idaeus* L., *Spiraea latifolia* (Ait.) Borkh., *Solidago* spp.). Ces groupements sont donc peu caractéristiques des tourbières et potentiellement moins rares dans les Cantons de l'Est. La présence de plusieurs espèces arborescentes (*Abies balsamea* (L.) Mill., *Acer rubrum* L., *Betula populifolia* Marsh., *Thuja occidentalis* L.) indique peut-être la future évolution forestière de ces zones.

Classe 6: les zones couvertes par cette classe sont plutôt éparpillées au nord et au sud du ruisseau Racey et en général sont en périphérie des zones de tourbière ouverte, donc plus près du sol minéral. Ce sont des zones forestières qui ont beaucoup d'espèces apparentées aux sapinières (*Abies balsamea* (L.) Mill., *Betula allegheniensis* Britton, *Coptis groenlandica* (Oeder) Fern., *Cornus canadensis* L., *Osmunda cinnamomea* L.,



*Maianthemum canadense* Desf.). Des espèces confirment le caractère humide de ces milieux (*Dalibarda repens* L., *Gaultheria hispidula* (L.) Mühl.) (Ansseau et Grandtner, 1988).

Classe 7: Ce sont trois zones bien délimitées situées le long du ruisseau Racey et du fossé de drainage. Elles s'intercalent entre les trois zones appartenant à la classe 5. Il s'agit sensiblement du même type de milieu, plus minérotrophe et plutôt perturbé. Les espèces caractéristiques sont à peu près les mêmes que dans la classe 5, à l'exception des espèces arborescentes qui sont ici absentes, laissant la place à des arbustes (*Alnus rugosa* (Du Roi.) Spreng., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Ell., *Cornus stolonifera* Michx.,...)

Classe 8: Cette classe regroupe quelques petites zones situées en périphérie de la grande zone de tourbière ouverte du sud du ruisseau Racey. Ce sont essentiellement des zones de tourbière ouverte mais la présence de quelques espèces caractéristiques (*Andromeda glaucophylla* Link., *Vaccinium Oxycoccos* L., *Habenaria blephariglottis* (Willd.) Hook.) laisse supposer que ces zones sont peut-être à un stade de succession moins avancé (Marie-Victorin, 1964) ou plus humides (Fleurbec, 1987).

Cette classification produit plus de groupements que ce qui est contenu dans l'ouvrage de Couillard et Grondin (1986) où il

n'est énuméré que ce qui semble être, pour les parties ombrotrophes des tourbières de la région des Appalaches, les trois types de végétation déterminés d'après l'appréciation visuelle de Blouin et Michaud (1991): la tourbière à éricacées, qui correspond à la tourbière ouverte; la pessière arbustive à *Chamaedaphne*, qui doit correspondre aux zones de tourbière semi-ouverte; la pessière noire à sphaignes et éricacées, qui est sans doute la tourbière fermée.

On peut voir que la tourbière de Johnville consiste en fait en une mosaïque de groupements ombrotrophes et minérotrophes, ce qui explique peut-être le fait que Buteau (1989) la classifie comme étant minérotrophe. Selon la classification physionomique proposée par Couillard et Grondin (1986), la grande zone minérotrophe serait un fen riverain (Ruisseau Racey) dont les limites correspondraient au niveau maximal des crues printanières qui enrichissent la tourbe en éléments nutritifs. En gros, il y a trois zones ombrotrophes: les pourtours du petit étang, où on retrouve en périphérie du tapis flottant un bog uniforme boisé, et les deux zones ouvertes situées au nord et au sud du ruisseau Racey, qui peuvent être définies comme étant des bogs uniformes arbustifs (Couillard et Grondin, 1986).

#### 2.4.4 Zones d'intérêt botanique

Une tentative de cartographie des zones d'intérêt botaniques de la tourbière a été faite en 1991 par Blouin et Michaud. Il vaudrait mieux tout d'abord définir ce qu'on entend par "intérêt botanique". On a tenu compte de deux aspects des plantes: leur distribution et leur abondance dans les Cantons de l'Est ainsi que leur intérêt pour les futurs visiteurs de la tourbière aménagée. Ainsi, chaque espèce recensée à Johnville durant l'été 1991 s'est vu décerner un coefficient de rareté-intérêt. L'annexe 7 présente les coefficients des espèces.

Ce coefficient a été établi à l'aide de données sur la distribution des espèces provenant de Marie-Victorin (1964) et de Rousseau (1974). Le jugement personnel des auteurs a aussi été mis à contribution. Les tourbières sont plutôt rares et de faible superficie dans les Cantons de l'Est. Selon Zoltai et Pollet (1983), elles en représentent moins de 5% du territoire. Les espèces exclusives à ces milieux ainsi que les espèces habitant normalement des régions plus nordiques ont reçu un coefficient plus élevé. Les espèces plus méridionales ou ubiquistes pouvant se retrouver dans d'autres habitats que la tourbière ont évidemment reçu un coefficient plus faible. De même, en se plaçant du point de vue des visiteurs potentiels,

les plantes plus spectaculaires telles les orchidées et les plantes carnivores ont reçu de gros coefficients.

Le tableau 1 montre les différents critères retenus pour l'attribution des coefficients de rareté-intérêt. Il est évident que cet exercice est subjectif mais une fois que les critères ont été définis, les auteurs ont été très rigoureux dans l'attribution des coefficients. On peut raisonnablement penser que ceci a une très bonne valeur comme indication du potentiel botanique des différents groupements végétaux de la tourbière.

Une deuxième matrice de résultats, similaire à la première, a été établie en remplaçant les chiffres "1" indiquant la présence de l'espèce dans la parcelle par son coefficient de rareté-intérêt. La valeur botanique de chaque quadrat était déterminée en additionnant le coefficient des espèces présentes. A l'aide de ces données et du logiciel SYGRAPH, ces informations numériques ont été traduites en symboles graphiques. La figure obtenue a été superposée sur une carte de base. La première chose qui sautait aux yeux en regardant cette carte est le fait que certaines zones décrites plus tôt comme peu caractéristiques des tourbières ombrotrophes apparaissent ici comme les plus intéressantes botaniquement. Cela s'explique par le nombre beaucoup plus important d'espèces dans les parcelles perturbées que dans les parcelles plus ombrotrophes. Comme le but du futur

Tableau 1. Critères d'attribution des coefficients de rareté-intérêt des plantes vasculaires de la tourbière de Johnville. (Blouin et Michaud, 1991)

Coefficient	Critères
10	Plantes de tourbières rares/Plantes carnivores/ Orchidées rares/ Orchidées de tourbière
9	Plantes de tourbières/Orchidées communes
8	Plantes rares non de tourbières/Plantes de tourbières + habitats nordiques
7	Est et Nord du Québec
6	Bois froids et humides/ Tourbières, savanes ou rochers silicieux (général)
5	Lieux humides et/ou acides (marais, tourbières, cèdrière)/Conifères nordiques
4	Lieux humides (Québec tempéré)
3	Rivages + lieux humides (général)/Conifères (général et tempéré)
2	Québec tempéré (ouest et centre)
1	Général dans des habitats divers/Très commun

aménagement de la tourbière est de faire découvrir aux gens les milieux typiques des bogs, cette classification s'avère un peu boiteuse.

Une nouvelle classification a été effectuée en divisant simplement la cote d'intérêt des parcelles par le nombre d'espèces présentes. Cette opération amenuise le risque qu'un

quadrat très riche en espèces plus communes ait une valeur botanique plus grande qu'un quadrat moins riche mais contenant des espèces d'intérêt. L'annexe 6 montre les résultats de cet exercice. Comme on peut s'y attendre, ce sont les zones de tourbière ouverte qui présentent un intérêt botanique élevé. A peu près toutes les espèces ayant de forts coefficients de rareté-intérêt se retrouvent dans ces milieux.

## 2.5 Faune

L'évaluation du potentiel de la tourbière de Johnville pour l'interprétation de la nature et les propositions d'aménagements qui suivront sont presque entièrement basées sur la végétation. Néanmoins, il est intéressant d'avoir une petite idée sur la faune du milieu. La partie qui suit ne se veut pas une description exhaustive de la faune de la tourbière de Johnville mais bien un complément à la description de celle-ci.

### 2.5.1 Mammifères

Aucun travail ne semble exister sur les mammifères fréquentant la tourbière de Johnville. Afin d'estimer le mieux possible la richesse de celle-ci, j'ai consulté les collections de mammifères des universités Bishop's et de Sherbrooke, ainsi que les observations de plusieurs personnes ayant fréquenté la

tourbière. De ce point de vue, la tourbière ne semble pas vraiment différente des milieux minéraux environnants. On y retrouve une bonne quantité d'espèces de petits mammifères ainsi que quelques uns plus imposants et plus remarquables: le cerf de Virginie, l'orignal et l'ours noir. L'annexe 8 présente la liste des espèces de mammifères vus ou capturés à Johnville.

#### 2.5.2 Oiseaux

Les collections présentes aux deux universités des Cantons de l'Est sont à toutes fins pratiques dépourvues de spécimens provenant de la tourbière de Johnville. J'ai donc dû faire appel au fichier ÉPOQ (Étude des populations d'oiseaux du Québec). Des mentions pour 97 espèces de 30 familles et de 10 ordres ont été répertoriées dans ce fichier. Il est à noter que ces mentions concernent Johnville et non spécifiquement la tourbière de Johnville. Parmi les oiseaux les plus remarquables, on retrouve beaucoup d'espèces de sauvagine et quelques rapaces, ainsi que de nombreuses espèces de passereaux. L'annexe 9 présente la liste exhaustive du fichier ÉPOQ.

### 2.5.3 Amphibiens et reptiles

Un inventaire sommaire a été effectué en 1990 dans le secteur entourant le petit étang (Bachand, sous presse). On y a recensé quatre espèces de salamandres (salamandre maculée, *Ambyostoma maculatum*; salamandre à points bleus, *Ambyostoma laterale*; salamandre rayée, *Plethodon cinereus*; triton vert, *Notophtalmus viridescens*), deux espèces de grenouilles (grenouille verte, *Rana clamitans*; grenouille des bois, *Rana sylvatica*), la rainette crucifère (*Hyla crucifer*), le crapaud américain (*Bufo americanus*) et la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*). Un inventaire plus systématique et s'étendant sur la totalité de la superficie tourbeuse permettrait d'avoir une idée plus juste de la vraie richesse herpétologique de la tourbière de Johnville.

### 2.5.4 Insectes

Afin d'avoir une liste des plus complètes des insectes vivant dans la tourbière ou la fréquentant, j'ai examiné la collection d'insectes de l'Université Bishop's de Lennoxville, celle de l'Université de Sherbrooke ainsi que la collection personnelle de M. Victor Hellebuyck. Tout cela s'ajoute au travail de Hilton (1981). L'annexe 10 présente la liste de tous les insectes récoltés à Johnville présents dans ces diverses



collections. On y retrouve 9 ordres, 47 familles ainsi que 109 espèces identifiées à ce niveau taxonomique.

## 2.6 Activités humaines

Les trois zones de la tourbière de Johnville les plus affectées par l'activité humaine sont le tapis flottant autour du petit étang, les rives du ruisseau Racey ainsi que la grande zone de tourbière ouverte au sud du ruisseau. La grande majorité des visiteurs de la tourbière se rendent à coup sûr sur les bords de l'étang. Ce secteur est le plus facilement et le plus rapidement accessible, étant situé tout près du chemin d'accès (chemin North). On peut d'ailleurs apercevoir une multitude de sentiers pédestres où la couche vivante de sphaignes est profondément dégradée et où l'eau s'accumule. Le tapis flottant lui-même est à plusieurs endroits perturbé car il est amusant de sauter et de sentir le sol onduler sous ses pieds. Comme ce tapis est formé uniquement de racines d'éricacées et de Cyperaceae, il résiste assez peu à ces pressions et on peut voir de nombreux trous.

Le propriétaire du terrain adjacent à celui de la municipalité de Lennoxville, dans le but d'exploiter la tourbière, a tracé un réseau de fossés de drainage afin d'assécher sa partie de tourbière. Une partie de la délimitation

entre les deux propriétés est d'ailleurs un de ces fossés. De plus, un canal d'environ 800 m de longueur, de 2 m de largeur et de 1,5 m de profondeur a même été creusé en 1976 sur la propriété de Lennoxville, un peu au sud du ruisseau Racey, qu'il rejoint au bout d'environ 700 m. Les deux parties sont en cour au sujet de cette histoire. Il va sans dire que ce réseau de drainage assèche une partie de la tourbière et crée des conditions moins extrêmes. On peut constater les effets en analysant la végétation le long des fossés. Comme on a vu plus tôt, ces zones sont peuplées d'espèces rudérales qui envahissent normalement les habitats perturbés. Comme ces espèces sont d'excellentes compétitrices dans des milieux plus riches et ouverts, elles délogent les plantes de tourbières. On peut penser que les zones influencées par le drainage peuvent s'agrandir à la longue.

Un ancien réservoir d'huile transformé en ponceau permet d'accéder à la grande zone de tourbière ouverte du sud du ruisseau Racey via la propriété du voisin. De nombreux véhicules tout-terrain à 4 roues peuvent ainsi sillonner la tourbière. Il semble très amusant de rouler et de rebondir sur les buttes de tourbe. Les effets de ces véhicules dépendent de l'endroit où ceux-ci circulent. Dans les zones où les buttes d'éricacées et de sphaignes sont bien développées, l'enchevêtrement des tiges des buissons offre une certaine résistance aux crampons des

pneus. Dans ces endroits, les dommages ne sont pas encore trop important et la végétation peut se rétablir dans des délais raisonnables. Mais il n'en est pas de même pour les secteurs plus humides et plus forestiers, où le couvert d'éricacées est plus faible. Les traces laissées par les véhicules sont plus importantes et le milieu devient plus humide, laissant des cicatrices beaucoup plus importantes. Je doute que ces secteurs puissent récupérer rapidement. Certaines espèces profitent toutefois de cette situation. Blouin et Michaud (1991) ont aperçu des spécimens de *Drosera rotundifolia* L. dans ces sentiers, à des endroits où cette espèce ne croît normalement pas.

## CHAPITRE 3

### AMÉNAGEMENT ET CONSERVATION DE LA TOURBIÈRE DE JOHNVILLE

#### 3.1 Pourquoi préserver la tourbière de Johnville

Contrairement à bien d'autres projets de conservation d'écosystèmes naturels, la partie semble à peu près gagnée à Johnville. En effet, il n'y a pas de terrains à acquérir, pas de promoteurs aux visées commerciales à combattre: les autorités qui possèdent la tourbière sont d'accord avec et même encouragent ce projet de préservation et de gestion. Il y a toutefois certaines pratiques, comme l'approvisionnement potentiel en eau et la coupe de bois sur les sites minéraux adjacents, qui peuvent aller à l'encontre des objectifs de conservation. Mais il y a un bon pas de fait.

Doyle (1990) a passé en revue une multitude de raisons pour lesquelles certaines superficies de tourbière devraient être conservées. Comme cette revue s'applique aux grandes superficies de tourbières en couverture de l'Irlande, je n'ai retenu que les arguments s'appliquant vraiment à Johnville et en ai ajouté.

Selon Zoltai et Pollett (1983), les tourbières et marais représentent au maximum 5% de la superficie des Cantons de l'Est. La tourbière de Johnville est donc représentative d'un écosystème non typique à la région.

Même si la tourbière de Johnville ne renferme pas d'espèces de plantes vasculaires rares ou menacées à l'échelle québécoise (Bouchard et al., 1983; Lavoie, 1992), elle contient des espèces qui sont plus ou moins restreintes aux tourbières, en particulier aux tourbières ombrotrophes. Il est donc évident que certaines de ces plantes sont rares en Estrie.

La tourbière de Johnville est un refuge pour plusieurs espèces animales, qu'elles y soient restreintes ou non. On n'a qu'à penser à la nidification du busard St-Martin.

La tourbière de Johnville malgré sa faible superficie, sert donc de réserve de matériel génétique. De plus, certaines des espèces présentes à Johnville ont des répartitions plus nordiques.

A cause de l'accumulation constante de tourbe et de la faible décomposition qui s'y produit, la tourbière de Johnville représente en quelque sorte un énorme livre d'histoire. A partir de carottes de sondage, on peut en déduire la végétation antérieure du site ainsi que celle des sites adjacents par l'analyse des pollens et d'autres parties de plantes. On peut donc reconstituer la chronologie de la végétation et même celle du climat. On pourrait aussi y découvrir des trésors archéologiques car tout ce qui est reliés à la présence de

l'homme se conserve également très bien dans ces milieux. Des cadavres ont été ainsi exhumés de tourbières et leur analyse est une source d'information de premier plan en ce qui concerne la vie de nos ancêtres primitifs.

La tourbière peut servir de lieu consacré à la recherche scientifique ainsi qu'à l'éducation. Avec la présence de deux universités dans un rayon de 20 km, les chercheurs et professeurs peuvent avoir accès à un milieu très particulier et dans un relativement bon état à quelques minutes de voiture.

A cause de leur grande dépendance aux conditions hydrologiques, les tourbières ombrotrophes sont des écosystèmes très sensibles aux perturbations. Comme la plupart des espèces végétales présentes profitent des conditions extrêmes existantes, l'établissement de conditions moins extrêmes peut occasionner le remplacement de la végétation originale par des espèces plus compétitives (rudérales). Ce phénomène se voit déjà sur les bords du fossé de drainage. On peut même supposer que ces perturbations prendront de l'ampleur à la suite de l'augmentation de la superficie asséchée.

D'autre part, le piétinement par les randonneurs pédestres et les véhicules tout-terrain à 4 roues est tout aussi dommageable car il rend le milieu beaucoup plus humide et

favorise l'entrée de l'oxygène dans la tourbe, ce qui cause une forte dégradation du substrat. Ceci peut se voir sur les bords de l'étang et sur le sentier de véhicules à 4 roues qui traverse la forêt tourbeuse pour émerger dans la tourbière ouverte au sud du ruisseau Racey, où le substrat s'est transformé en une espèce de boue brune.

### 3.2 Pourquoi aménager la tourbière de Johnville

Comme ce travail porte également sur un projet d'aménagement de la tourbière de Johnville, il est peut être important de se questionner sur la pertinence d'y établir quelques infrastructures d'interprétation.

Le terrain à aménager est situé relativement près de deux centres d'importance, Sherbrooke et Lennoxville. Ceci, associé à la bonne vocation touristique de la région de l'Estrie, peut assurer un public certain pour des activités d'éducation.

De par la nature même du milieu (milieu peu commun au sud, plantes spectaculaires: orchidées, plantes carnivores,...), la tourbière représente un bon potentiel touristique et éducatif. La tourbière de Johnville peut être considérée comme une "parcelle de grand nord" dans les Cantons de l'Est.

Les régions les plus vulnérables de la tourbière sont celles qui sont déjà les plus visitées par les randonneurs clandestins. Des infrastructures construites à ces endroits permettraient de participer à la préservation en orientant les visiteurs de manière à ne pas accélérer la détérioration. On pense tout particulièrement aux passerelles surélevées dans les zones humides.

L'aménagement d'infrastructures et l'élaboration de programmes d'éducation et de vulgarisation peut procurer des emplois d'été à quelques étudiants.

### 3.3 Potentiel d'interprétation et d'éducation de la tourbière de Johnville

Dans cette section, je veux répondre à la question suivante: Qu'est-ce que la tourbière a à montrer aux futurs visiteurs ? Cette section traitera en vrac des points importants sur lesquels les sentiers d'éducation / interprétation devraient traiter afin d'offrir aux futurs visiteurs un survol complet des caractéristiques de l'écosystème tourbeux.

- Définition d'une tourbière: insister sur l'accumulation de matière organique non décomposée, sur l'inondation permanente du site et sur l'extrême lenteur des phénomènes qui s'y produisent.



- Distinction ombrotrophe / minérotrophe: insister sur la végétation dominante de chaque type, sur les conditions hydrologiques, sur l'acidité du substrat, sur la diversité végétale et sur les différences dans la composition floristique.
- Conditions de formation des tourbières: la géologie, le passage des glaciers, l'hydrologie et l'anaérobiose qui découle de tous ces facteurs.
- Comblement de l'étang et premières étapes d'accumulation de tourbe: la sédimentation des plantes flottantes (*Nuphar*, *Myriophyllum*), la formation du tapis flottant, l'accumulation de tourbe (conditions anaérobies dues à la non-circulation de l'eau), la transition minérotrophe / ombrotrophe.
- Description du tapis flottant: formé de tiges d'éricacées et de *Carex* sp. en conditions ombrotrophes, la description de plusieurs plantes croissant sur ce substrat extrêmement humide (*Andromeda*, *Calopogon*, *Drosera*, ...).
- Description des zones de tourbière ouverte plus sèches: la croissance des sphaignes et des éricacées, qui produit l'alternance de bosses et de creux.

- Enumération des divers éricacées et arbres qui peuplent la tourbière avec leurs usages passés et présents par l'être humain si possible: Thé du Labrador, Canneberges, Cassandre, Kalmias, Epinette noire, Mélèze,...

- La zone de contact entre la tourbière et le sol minéral: la zone de lagg. Il faudrait insister sur le caractère très humides de ces stations, sur les causes de cette humidité, sur le côté plus minérotrophe, sur la flore légèrement différente du reste de la tourbière ombrotrophe (ex: *Calla palustris* L.).

- La sphaigne: ses caractéristiques (fort pourcentage d'absorption d'eau, création de son propre environnement en acidifiant fortement le milieu), les implications écologiques (le milieu devient déficient en oxygène, le substrat est mal décomposé, il y a donc peu de nutriments disponibles pour les plantes), les diverses utilisations tant au point de vue horticole qu'industriel qui exploitent ses caractéristiques exceptionnelles.

- Adaptations des végétaux des tourbières aux déficiences en oxygène et en nutriments. Ces déficiences induisent des adaptations aux niveaux morphologiques, métaboliques et de la croissance.

- La succession végétale dans les tourbières: l'envahissement par la forêt: description des deux théories qui s'opposent, i.e. la forêt qui gagne sur la tourbière ou la tourbière qui gagne sur la forêt.

- Les plantes carnivores: certes un attrait majeur d'une visite à la tourbière. Il faudrait expliquer le pourquoi de la carnivorie, la carence en azote, phosphore et en oligoéléments. Il faudrait également présenter les deux espèces qui croissent à Johnville en expliquant leurs mécanismes pour trapper les insectes: *Drosera rotundifolia* L. et *Sarracenia purpurea* L.

- Les orchidées: un autre des attraits majeurs de la tourbière. Il faudrait présenter les espèces que l'on retrouve à Johnville et donner quelques notions de botanique et d'écologie sur les orchidées.

- Les animaux : Il faudrait présenter les animaux d'intérêt qui fréquentent la tourbière. On pense ici à l'orignal, au lièvre d'Amérique, à la loutre, aux canards et autres oiseaux migrants, au busard St-Martin qui niche à Johnville, aux libellules et aux moustiques. Pour ces derniers, on pourrait en détailler les divers types et expliquer un peu pourquoi ils sont si abondants.

- La tourbière en tant qu'instrument de recherche scientifique: cet écosystème peut servir pour une multitude de projets, tant au niveau de l'écologie végétale que de l'écologie animale. Les tourbières sont aussi des grands livres d'histoire qui révèlent la végétation du passé. Il serait peut-être approprié d'expliquer les principes de l'analyse palynologique. On peut aussi parler des cadavres très bien conservés trouvés dans certaines tourbières.

- Utilisations des tourbières par l'homme: drainage pour la culture ou pour l'extraction, pâturages, emprises pour les pipelines ou les lignes de transport d'électricité.

- Le drainage: à Johnville, le plus gros danger qui menace la tourbière est sans contredit le drainage excessif, que ce soit par le propriétaire voisin ou par les autorités de Lennoxville pour y puiser de l'eau potable. Il serait très approprié de parler des effets de la désaturation du milieu en eau: l'entrée de l'oxygène, qui va accélérer le processus de décomposition et ainsi libérer les nutriments contenus dans les tissus morts. Ces nutriments seront accessibles à des espèces végétales rudérales qui sont plus compétitives que les espèces originales de tourbière et qui vont ultimement les déloger.

- Le piétinement: que ce soit par les randonneurs à pied ou par les véhicules tout-terrain à 4 roues, le piétinement a des effets désastreux. Il serait important de présenter ces effets afin d'alerter et d'éduquer le public, autant au niveau du tapis flottant que des régions plus sèches de la tourbière.

### 3.4 Notions de base sur la conception de sentiers

Les deux paliers de gouvernement ont publié des normes relatives à l'implantation de divers types de sentiers en milieu naturel (Beaulieu et al., 1979; Parcs Canada, 1978). Divers concepts reliés à l'aménagement de sentiers seront discutées ici. Ces concepts seront élaborés en tenant compte le plus possible de la situation qui prévaut à Johnville. Cette partie traite plus du tracé comme tel des sentiers que des infrastructures à y établir (quantité de bois, techniques de construction,...). Cet aspect est traité par Quentin van Ginhoven dans le cadre d'un autre essai de la Maîtrise en Environnement.

#### 3.4.1 Besoins de l'utilisateur

La fonction principale d'un sentier consiste à favoriser un contact étroit du visiteur avec le milieu tout en lui offrant un accès facilité à ce milieu (Beaulieu et al., 1979). Les besoins

de l'utilisateur seront donc de deux types: fonctionnels et esthétiques (Parcs Canada, 1978). Les besoins fonctionnels comprennent entre autres la facilité de déplacement sur le sentier, le confort et un bon niveau de sécurité. Les facteurs qui vont influencer la réponse à ces besoins seront le tracé, la longueur, la pente de certains tronçons, la largeur de la surface de marche, l'espace dégagé pour le marcheur (emprise), les structures spéciales (ponts, passerelles, escaliers, rampes, barrières,...) disséminées ça et là sur le sentier ainsi que la signalisation.

Mais le futur visiteur ne recherche pas uniquement le confort et la sécurité. Comme un sentier est un moyen d'accès à la nature, il faut que cette nature soit présente et le moins altérée possible. Les besoins esthétiques du public seront donc la recherche de stimulations émotionnelles et intellectuelles. Les facteurs qui influencent ces stimulations sont les éléments panoramiques et interprétatifs des sentiers, l'agencement de ceux-ci sur le territoire ainsi que la qualité des détails du design (Parcs Canada, 1978). Dans le cas des sentiers destinés à des profanes, comme à Johnville, il ne faut pas que ce contact avec le milieu naturel fasse négliger les composantes de confort et de sécurité. Les sentiers doivent inspirer confiance tout en demeurant excitants (Beaulieu et al., 1979).

### 3.4.2 Types de sentiers et tracés

Selon le type d'utilisation qu'on veut en faire, la conception des sentiers va varier. Les deux types de sentiers qui sont susceptibles d'être développés à Johnville, compte tenu du milieu naturel très particulier et de la relative petitesse du terrain à aménager, sont évidemment les sentiers d'interprétation mais aussi les sentiers de courte randonnée. Les caractéristiques et les détails de conception de ces deux catégories de sentiers seront discutées plus loin.

En plus de décider quels types de sentiers vont être aménagés, il faut aussi penser aux types de tracé qu'emprunteront ces sentiers. Trois types de tracés sont couramment utilisés (Beaulieu et al., 1979; Parcs Canada, 1978):

- 1- En boucles simples (voir figure 8): tous les sentiers partent du stationnement ou du centre d'interprétation et y reviennent, chacun indépendamment de l'autre. Parmi les avantages, notons la facilité de l'implantation de la signalisation, la facilité pour le visiteur à se retrouver, une meilleure répartition de la clientèle en fonction des intérêts de chacun, la localisation centrale des services,... Par contre, ce type de tracé nécessite une superficie plus grande pour implanter un réseau de sentiers d'interprétation.

- 2- En boucles satellites (voir figure 8): quelques petites boucles émergent d'une grande boucle centrale. Ces petites boucles permettent de diversifier des thèmes particuliers et nécessitent aussi une superficie totale de territoire plus petite pour leur implantation. Par contre, la signalisation devient un peu plus problématique, certaines parties du tracé communes à toutes les boucles sont sur-utilisées et cela peut engendrer des problèmes d'érosion ou d'usure prématurée, les services sont moins centraux,...
- 3- En boucles contiguës (voir figure 8): des boucles simples s'ajoutent les unes à la suite des autres. Comme avantages, on note la superficie plus restreinte requise que pour le tracé en boucles simples. Mais les inconvénients sont assez nombreux: les services ne sont pas centraux, les premiers tronçons subissent un achalandage excessif, il y a moins de possibilités d'expansion du réseau, l'implantation de la signalisation y est plus complexe, les visiteurs en tournée auto-guidée s'y retrouvent plus difficilement.

Parcs Canada (1978) propose en plus un tracé en roue de charette, où des petits sentiers vont vers un sentier circulaire périphérique, et un réseau en labyrinthe, où la disposition des sentiers semble anarchique. Mais ces types de tracés semblent

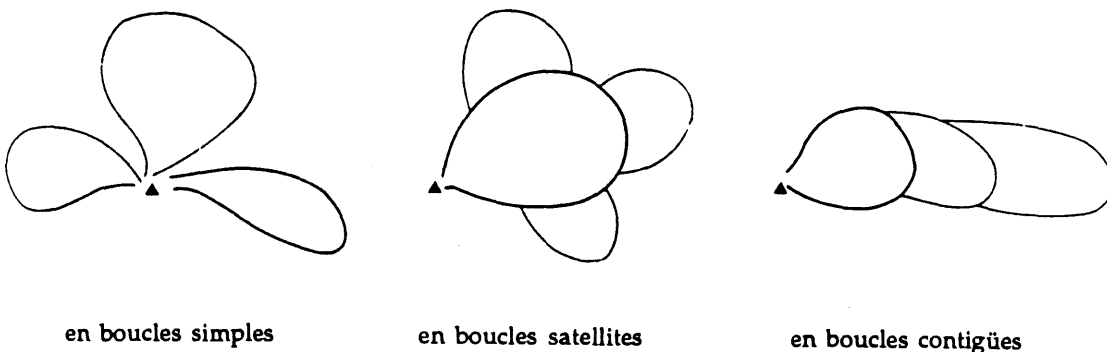


plus convenir à des grandes superficies et ne peuvent donc pas être implantés à Johnville. Il faut aussi noter que l'on peut retrouver des arrangements de sentiers mixtes, avec à la fois des boucles simples, des boucles satellites et des boucles contiguës. Mais il est très recommandé que les sentiers soient en boucle, pour que chaque sentier commence et finisse en un point central, et qu'ils soient à sens unique de préférence.

### 3.4.3 Caractéristiques spécifiques des sentiers

#### A- Sentiers d'interprétation de la nature

Les sentiers d'interprétation de la nature ont comme but principal de permettre au visiteur et à la nature de se rencontrer, et ce dans des conditions agréables (Beaulieu et al., 1979)



**Fig. 8.** Principaux types de tracés de sentiers d'interprétation de la nature (Source: Beaulieu et al., 1979)

#### - Longueur

Un sentier d'interprétation de la nature doit être assez court car il s'adresse au grand public, c'est-à-dire à des gens n'étant pas forcément en grande forme physique. Beaulieu et al. (1979) proposent une longueur n'excédant pas 2 km, avec un optimum à 0,8-1 km.

#### - Largeur

Le choix de la largeur du sentier dépend de plusieurs facteurs: le degré de circulation, le type de circulation (sens unique ou double sens), le type d'interprétation, sa localisation, la nature du terrain,... (Beaulieu et al., 1979; Parcs Canada, 1978). Les sentiers destinés à l'interprétation avec guide doivent être en général plus larges que les sentiers auto-guidés, par exemple avec des panneaux d'interprétation. Pour un sentier à sens unique, la largeur de l'aire de marche peut varier de 60 à 120 cm. Si le sentier est à double sens, l'aire de marche varie entre 1,0 m et 1,20 m. Mais la largeur du sentier ne doit pas être forcément constante: des changements peuvent rendre la promenade plus intéressante (Parcs Canada, 1978). Certains tronçons peuvent accueillir de 2 à 3 visiteurs de front alors que d'autres parties du sentier exigent la marche à la queue leu leu, accentuant ainsi le côté aventurier du

sentier. Notons finalement que dans le cas des endroits spécifiquement destinés à l'interprétation, on recommande un élargissement du sentier afin que les groupes de personnes puissent se former.

#### - Emprise

L'emprise d'un sentier est l'espace dégagé afin d'assurer au marcheur un passage sans obstruction. Dans le cas d'un sentier d'interprétation de la nature, l'emprise doit être assez large pour inspirer un sentiment de sécurité au visiteur mais assez étroit pour que celui-ci soit dans une nature la moins inchangée et perturbée possible. Généralement, on parle d'une largeur de 1,20 m et d'une hauteur variant entre 2,4 et 3,0 m (Beaulieu et al., 1979). On peut aussi couper quelques branches au-delà de la zone de l'emprise dans le but de dégager le champ de vision si le paysage est attrayant.

#### - Pentes

La pente d'un sentier est un élément important à considérer lors de la conception et de la sélection d'un tracé. Comme le sentier d'interprétation de la nature est conçu pour une clientèle profane et souvent dans une forme physique relativement mauvaise, il importe d'éviter les pentes trop

accentuées. Il vaut mieux aménager des séries de pentes douces en lacet plutôt qu'une seule pente plus abrupte (Parcs Canada, 1978). Les deux paliers de gouvernement ont sensiblement les mêmes normes quant aux valeurs maximales de pente admissibles dans les sentiers d'interprétation. Pour les tronçons de plus de 30 m de longueur, on recommande une pente d'au plus 10%. Pour ce qui est des parties de sentier de moins de 30 m, on peut accepter une dénivellation pouvant aller jusqu'à 15%. Quand le sentier ne peut éviter une zone où la pente est très abrupte, les marches et escaliers constituent la solution la plus acceptable à la fois pour le confort des visiteurs et pour la réduction de l'érosion qui se produit souvent en forte pente (Beaulieu et al., 1979). Les escaliers doivent en général consister en volées de 10 à 12 marches séparées par des paliers afin de permettre aux visiteurs de reprendre leur souffle.

#### - Terrains humides

A Johnville, la grande majorité du terrain de la tourbière est en perpétuelle saturation en eau. Il est évident qu'un sentier non surélevé dans ces tronçons occasionnera divers désagréments aux marcheurs sans compter les dommages causés au milieu lui-même par le piétinement intensif. C'est pour cela que Beaulieu et al. (1979) proposent d'élever le sentier au-dessus du sol par l'installation de passerelles. D'une hauteur d'au

minimum 15 cm au-dessus du sol, il faut s'assurer que l'aire de marche soit continuellement plus haute que le niveau d'eau extrême atteint durant l'année. On recommande une largeur supérieure à 75 cm mais qui n'excède pas 1,20 m. Si la largeur de l'aire de marche est plus grande que 75 cm, la passerelle aura une largeur égale à celle-ci (Beaulieu et al., 1979).

#### - Tracé

Comme les sentiers d'interprétation s'adressent surtout aux néophytes, il faut que le tracé du futur sentier soit excitant et réserve plusieurs surprises aux visiteurs. Le sentier doit être sinueux: on recommande des tronçons rectilignes d'au plus 30 m de longueur (Beaulieu et al., 1979; Parcs Canada, 1978). Il doit également offrir des paysages variés avec une vue de différentes hauteurs: les tronçons passant sur les crêtes et les buttes doivent viser la familiarisation avec l'ensemble du paysage tandis que les tronçons de plus faible élévation seront utilisés pour révéler les détails du paysage (Parcs Canada, 1978). On peut aussi y greffer des annexes pour rejoindre des structures spéciales du paysage, par exemple un tapis flottant comme à Johnville. Notons finalement qu'un sentier d'interprétation ne devrait pas être combiné à un sentier destiné à un autre type d'utilisation (Parcs Canada, 1978).

## - Signalisation et interprétation

L'interprétation de la nature peut se faire de plusieurs façons sur un sentier. On peut penser aux visites guidées avec naturaliste, aux brochures et dépliants de toutes sortes, aux enregistrements sur rubans magnétiques (baladeurs) et finalement aux panneaux descriptifs disséminés ça et là sur le parcours (Beaulieu et al., 1979). A Johnville, la solution qui semble la plus intéressante est celle des panneaux qui permettent une visite auto-guidée du sentier. Ce type d'interprétation a pour gros avantage de nécessiter peu de main d'oeuvre, même en forte saison. A cela peuvent quand même s'ajouter des visites guidées avec naturaliste sur le même sentier si ce type d'activité se justifie.

Parcs Canada (1978) a émis des conseils afin d'optimiser le contenu des panneaux d'interprétation. En voici les grandes lignes:

- les panneaux doivent avant tout stimuler l'intérêt du visiteur,
- les panneaux doivent être complets en eux-mêmes mais doivent aussi être compatibles avec le thème d'interprétation principal,
- le contenu du panneau ne doit pas recouper celui des autres panneaux mais bien le compléter,

- les panneaux doivent présenter les éléments caractéristiques de l'emplacement où ils se trouvent,
- les panneaux se doivent d'être précis,
- on doit apporter une attention particulière à l'orthographe et à la ponctuation du contenu des panneaux,
- on doit éviter les jargons et les clichés techniques dans le contenu des panneaux.

D'autres types de signalisation doivent être installés sur les sentiers. Tout d'abord, à l'entrée, commune si possible, du réseau de sentiers, un grand panneau de signalisation peut être installé. Ce panneau contient généralement un plan complet du réseau de sentiers avec une description sommaire de chaque sentier: type de sentier (interprétation ou courte randonnée, points d'accès, longueur, thème de l'interprétation,...(Parcs Canada, 1978). Il contient également la programmation en vigueur dans le centre s'il y a d'autres activités que les randonnées auto-guidées ainsi que les principaux règlements en vigueur sur le territoire.

Sur les sentiers eux-mêmes, plusieurs panneaux de signalisation doivent être installés afin que les visiteurs ne se perdent pas et se sentent en sécurité (Beaulieu et al., 1979):

- un premier panneau de signalisation: DÉPART DES SENTIERS,
- des panneaux de direction: le nom de tous les sentiers et la direction à prendre pour les rejoindre,
- aux intersection de deux ou plusieurs sentiers: la direction de chaque nouveau sentier, son nom, ainsi que la direction des points d'intérêt à voir,
- aux endroits d'intérêt: le nom de l'item à examiner (accompagné d'un panneau d'interprétation).

Il est à noter finalement que tous ces types de panneaux doivent résister le mieux possible aux intempéries, aux animaux, au vandalisme,... C'est dans le mandat des concepteurs de choisir les bons matériaux afin d'éviter les fermetures trop fréquentes des sentiers à cause des réparations.

#### B- Sentiers de courte randonnée

Une des autres vocations du terrain appartenant à la municipalité de Lennoxville peut être d'offrir au public une occasion de se balader tout simplement en nature. Par sentier de randonnée, on entend un sentier où la marche en plein air prime sur les activités d'interprétation. Celles-ci seront donc moins développées que dans les sentiers d'interprétation de la nature (Beaulieu et al., 1979). Il est évident que les normes d'aménagement des sentiers de randonnée sont moins rigoureuses,



donnant au sentier un aspect plus naturel qui peut plaire aux visiteurs.

Beaulieu et al. (1979) recommandent une longueur variant entre 2 et 12 km pour ces sentiers. Quant à la largeur, on recommande environ 60 cm pour les sentiers s'adressant à une large gamme d'utilisateurs. La largeur maximale peut être déterminée par le degré de fréquentation. L'emprise doit être d'au moins 2,5 m et pour les sentiers s'adressant à un large public et les valeurs de pentes doivent être au maximum 15% pour les pentes soutenues et 20% pour les tronçons de sentier de moins de 30 m.

### 3.5 Situation à Johnville

Sur le territoire de la municipalité de Lennoxville, plusieurs contraintes vont faire que le tracé des divers sentiers sera plus ou moins différent des types de tracés les plus employés. Premièrement, il existe déjà des sentiers clandestins et de sentiers de sortie de bois par les chevaux. A ces endroits, l'emprise a déjà été dégagée par les randonneurs, les amateurs de véhicules tout-terrain à 4 roues et les bûcherons. Certains sites intéressants de la tourbière sont donc déjà facilement accessibles. Il est donc raisonnable de tirer profit de ces emprises pour y faire passer les futurs sentiers

d'interprétation et de courte randonnée. Comme on le sait, le dégagement de l'aire de marche nécessite beaucoup de main-d'oeuvre et la main-d'oeuvre est souvent ce qui coûte le plus cher dans des travaux de construction. La possibilité d'employer des sentiers déjà tracés s'avère très intéressante.

Par contre, les autres contraintes sont plutôt négatives. On parle tout d'abord de la petitesse et de la forme du terrain. Comme le territoire est relativement restreint, il couvre moins de milieux différents et de ce fait restreint le nombre de sentiers potentiels. Et la forme en L du terrain peut faire que plusieurs sentiers seront contigus et visibles les uns des autres.

Une autre contrainte qui peut affecter l'aspect visuel des futurs aménagements est la coupe parfois assez intensive qu'on a pratiqué durant l'été 1991. L'éclaircissement de la forêt diminue l'aspect sauvage des sentiers et ouvre la vue sur des structures non désirées (ex: gravières). De plus, les bûcherons peuvent laisser une bonne quantité de souches et de branchages au sol, ce qui occasionne un surplus de travail pour dégager les emprises et améliorer l'aspect visuel.

Finalement, la contrainte qui semble la plus importante est la présence de trois routes d'accès pour un si petit territoire.

En effet, il semble quasiment impossible de délimiter un sentier qui ne croisera pas, ou d'où on ne verra pas au moins une fois, un de ces chemins forestiers. Le côté "nature vierge" des sentiers d'interprétation s'en trouve altéré assez fortement.

Il faudra donc s'adapter à ces impacts humains qui défigurent un peu le territoire. Comme la Corporation de Préservation du Boisé de Johnville Inc., la corporation à but non lucratif qui s'occupe de la mise en valeur de la tourbière, veut également axer l'interprétation du terrain sur l'exploitation forestière, ces contraintes au départ négatives peuvent devenir moins rébarbatives. Mais comme la connaissance intime du territoire se limite jusqu'ici à la partie entourée du terrain, la partie d'interprétation qui pourra avoir rapport avec la saine gestion forestière ne sera ici qu'esquissée. Une étude plus approfondie des forêts adjacentes à la tourbière serait souhaitable.

### 3.6 Tracés des divers sentiers proposés à Johnville

Voici donc les sentiers proposés pour la tourbière de Johnville. Ils sont cartographiés dans l'annexe 11. On peut voir que le type de tracé n'est pas entièrement un des types décrits plus tôt dans le texte. La petitesse et la forme en L du terrain en ont voulu ainsi. Mais on peut également noter que les parties

communes des divers sentiers, les parties faisant le lien entre ceux-ci, sont situées sur le chemin forestier principal. Les zones potentiellement très achalandées se trouvent donc sur un chemin déjà tracé, à l'emprise capable de résister au piétinement intensif. Cela va donc diminuer la portion de territoire dégradée.

#### 3.6.1 Sentier no 1: L'étang (Longueur: 0,9 km)

A cause de la petitesse du territoire, ce sentier n'est pas axé sur un thème unique. Le parcours est en effet partagé entre la surface tourbeuse adjacente au petit étang et le sol minéral au sud du chemin forestier principal. A cause de cela, la description des infrastructures d'interprétation sera discontinue, étant beaucoup plus précise sur la partie tourbeuse. La connaissance du milieu minéral étant moins développée, seules des idées d'interprétation y seront ébauchées.

Mais en délimitant ce sentier, Quentin van Ginhoven et moi avons noté des indices évidents d'exploitation forestière (coupe avec protection de régénération, débardage à l'aide de chevaux,...). L'interprétation pourrait mettre l'accent sur les différents aspects d'une gestion rationnelle des ressources forestières.

Le sentier no 1 débute tout près de l'aire de stationnement et d'accueil, sur le chemin forestier principal. On entre tout d'abord dans une plantation d'épinettes. Cette plantation est un bon prétexte pour installer un panneau d'interprétation mais comme le thème de la première portion du sentier est la tourbière et l'étang, il vaudrait mieux attendre à la fin du sentier pour placer un panneau traitant des plantations car le sentier revient à son point de départ. On pourra alors apercevoir de nouveau la plantation sur la gauche.

Dans la portion "plantation" du sentier, on pourrait retrouver un premier panneau d'interprétation, présentant les généralités sur les tourbières.

#### PANNEAU 1

- définition d'une tourbière,
- distribution et importance des tourbières au Québec et dans les Cantons de l'Est,
- éléments caractéristiques des tourbières: plantes carnivores, humidité, sol spongieux, moustiques, ..., mais énoncés de façon très générale. Je crois que le visiteur qui sera au courant dès les premiers mètres de sa promenade de tout ce qui va suivre sera motivé à aller plus loin.

Le sentier quitte ensuite la plantation mais demeure toutefois sur le sol minéral pour quelques temps. Un panneau d'interprétation pourrait y être installé, avec les informations suivantes:

#### PANNEAU 2

- les types de milieux où se forment les tourbières :  
température, précipitations, drainage,...
- types de tourbières: minérotrophes et ombrotrophes.  
Spécifier que Johnville est très majoritairement ombrotrophe mais qu'une zone minérotrophe existe près du ruisseau Racey (accessible via le sentier no 2),

A ce niveau, il y a une pente sensible: le sentier arrive dans la cuvette où la tourbière s'est développée. Un panneau devrait être placé à la jonction sol minéral - tourbe.

#### PANNEAU 3

- distinctions entre le milieu minéral et le milieu tourbeux: sol, végétation, diversité végétale,...
- géologie: la présence de la cuvette est due aux processus glaciaires. Il faut donc expliquer brièvement les glaciations et la notion de marmite glaciaire (kettle hole) et des dépôts meubles qui ont engendré cet environnement inondé et imperméable, aux conditions anaérobies,

- à l'aide d'échantillons de sondage, on pourrait y révéler l'épaisseur de la tourbe ainsi que l'âge de la tourbière, et même y exposer une carotte de sondage ou une photo couleur pour que les gens voient la quasi-absence de décomposition.

Le sentier continue sur la tourbe vers l'extrémité est de l'étang. Il bifurque alors vers l'ouest mais une extension se rend sur le tapis flottant à l'extrémité est. A cet endroit, il est intéressant de voir sur une cinquantaine de mètres une zonation représentative des différents stades d'évolution d'une tourbière. Cette zonation est orientée grosso modo est-ouest. L'endroit est tout indiqué pour un panneau d'interprétation expliquant:

#### PANNEAU 4

- étapes de formation des tourbières: anaérobiose, comblement, tapis flottant (avec plus de précision), évolution forestière (en surface),...

Un deuxième panneau pourrait traiter des plantes carnivores car c'est à peu près le seul endroit où les deux espèces (*Sarracenia purpurea* et *Drosera rotundifolia*) cohabitent naturellement.

#### PANNEAU 5

- photos couleurs,

- mécanismes de capture des insectes,
- écologie de ces plantes: pourquoi sont-elles carnivores?

Le sentier se poursuit ensuite vers l'ouest, où il y a un autre point d'observation sur le bord de l'étang, et il bifurque ensuite vers le sud pour regagner le sol minéral. Au deuxième point d'observation, un panneau pourrait être installé:

#### PANNEAU 6

- LES INSECTES
- discuter surtout des libellules et des mouches et moustiques, les insectes qui sont les plus abondants et visibles. Ces animaux font vraiment partie des caractéristiques importantes des tourbières,
- écologie et anatomie de ces insectes,
- glisser quelques mots sur les autres types d'insectes présents à Johnville.

On revient sur la tourbe au coin sud-ouest de l'étang, tout près de l'endroit où tous les gens qui fréquentent la tourbière passent le plus souvent pour se rendre à l'étang. Un sentier y est naturellement tracé et la passerelle surélevée l'emprunte jusqu'à la jonction des deux chemins forestiers tout près de l'aqueduc de Lennoxville. Une extension se rend vers l'étang où un troisième point d'observation est installé. A cause de la présence d'une végétation arbustive importante, ce belvédère est



surélevé. Il est intéressant de noter qu'à partir d'aucun des points d'observation, on ne peut apercevoir les deux autres. L'aspect naturel de l'étang y est donc préservé. Comme la région est très perturbée à cause du piétinement incessant, il est judicieux d'y poser un panneau d'interprétation exposant ce type de perturbation:

#### PANNEAU 7

- sources de piétinement,
- effet: destruction du substrat dans les zones plus humides; réoxygénation, libération des éléments minéraux, modification de la végétation,
- bien faire comprendre qu'à cause de l'extrême lenteur des processus opérant dans la tourbière, les atteintes sont quasi permanentes.

Par la suite, le visiteur sera appelé à traverser le chemin forestier pour entreprendre la deuxième partie du sentier. Celui-ci emprunte d'abord un chemin de débardage de bois, sillonne une succession de crêtes et de creux, croise encore des sentiers de débardage pour ensuite s'enfoncer dans un jeune boisé où la régénération est dense. Il rejoint finalement le chemin forestier principal, qu'il longe sur environ 100 m pour rejoindre l'entrée principale.

Comme il a été souligné plus tôt, seules des idées d'interprétation seront ébauchées ici. On retrouve des traces fraîches d'exploitation forestière (faite de façon à minimiser les dégats pour l'environnement). On pourrait axer l'interprétation de ce deuxième segment du sentier no 1 sur les méthodes anciennes et actuelles d'exploitation forestière. On pourrait montrer par exemple:

- anciennes méthodes de coupe, de sortie de bois, en exposant des échantillons d'outils (scies, haches,...) et d'appareillage (traineaux,...),
- reboisement (panneau à placer tout près de la plantation): diverses étapes (culture des plants, préparation du terrain,...), les anciennes et nouvelles techniques, les espèces plantées,...
- dans les sections qui traversent le boisé en intense régénération, expliquer la succession secondaire de la forêt après une coupe à blanc,
- techniques de sylviculture.

### 3.6.2 Sentier no 2: La tourbière (Longueur: 1,6 km)

A l'exception de quelques mètres au début et à la fin, ce sentier est entièrement situé dans la partie entourbée. C'est également le plus long des quatre sentiers proposés avec ses 2,2

km. Il débute 300 m à l'est du point de départ du sentier no 1, sur le chemin forestier principal. Il emprunte sur la très grosse majorité de son trajet un sentier de véhicules tout-terrain à quatre roues déjà tracé.

Le sentier débute sur le substrat minéral et, après quelques mètres d'une pente moyenne, atteint le niveau de la tourbe. La portion qui suit traverse une zone plus forestière (d'épinette noire et occasionnellement de mélèze) où il serait peut-être pertinent de placer un panneau d'interprétation où apparaîtrait:

#### PANNEAU 8

- espèces forestières (arbres) peuplant les tourbières,
- rythme de croissance de ces arbres,
- adaptations écologiques de ces arbres,
- notions de succession végétale et évolution forestière des tourbières (les diverses théories),

On atteint ensuite une zone de tourbière semi-ouverte où les arbres sont plus clairsemés et où le point de vue est le plus élargi. Le sentier suit cette zone un certain temps et pénètre à nouveau dans un milieu forestier. Mais, ici, le sentier est à la limite du sol tourbeux et du sol minéral: la forêt est donc différente à cause de l'influence du sol minéral qui n'est jamais bien loin.

Après la zone minéralo-tourbeuse, le sentier débouche sur la grande zone de tourbière ouverte située au sud du ruisseau Racey. Un panneau pourrait être installé dès la sortie de la forêt:

#### PANNEAU 9

- ce paysage est le paysage typique des tourbières ombrotrophes,
- description de ce paysage: bosses et creux (alternance), les causes de cette alternance,
- notions de tourbières bombées (raised bogs).

Le sentier se poursuit alors vers l'extrémité est de la propriété de la Ville de Lennoxville pour ensuite bifurquer vers le sud, toujours en suivant les sentiers de véhicules tout-terrain à quatre roues déjà existant. Une branche se rend toutefois vers le ruisseau Racey (fossé de drainage) où deux panneaux d'interprétation pourraient être installés sur un belvédère d'observation.

#### PANNEAU 10

- les tourbières minérotrophes: caractéristiques (moins acides, plus d'éléments minéraux, végétation vasculaire plus diversifiée),
- causes: sources souterraines, ruisseaux,...
- ici à Johnville: fen riverain. Limite: limite des hautes eaux où le sol est enrichi en sels minéraux,

- espèces croissant là: Aulnes, iris,...

#### PANNEAU 11

- drainage: cause à Johnville: drainage de la propriété voisine pour la récolte de la tourbe,
- effets: abaissement de la nappe d'eau, entrée de l'air dans le sol, hausse de la décomposition, libération des éléments minéraux, croissance d'espèces rudérales plus compétitives,...
- exemples de ces plantes: framboisiers, bouleaux, asters, verges d'or,...

Le sentier continue à travers la tourbière ouverte approximativement vers le sud-ouest. Tout près de la bifurcation, un panneau pourrait être installé, panneau qui expliquerait les divers usages que l'être humain fait des tourbières:

#### PANNEAU 12

- agriculture,
- récolte de la tourbe (horticulture),
- passage de voies de communications (de l'endroit où ce panneau se trouverait, on peut voir la ligne de transport d'électricité située sur le terrain voisin),
- applications industrielles (couches pour bébés, déversements d'hydrocarbures,...).

Tout près de ce panneau, il faut installer un autre panneau réservé exclusivement à la sphaigne, car c'est celle-ci qui est responsable des caractéristiques si particulières de la tourbière et des usages que l'homme en fait. Ce panneau pourrait comporter:

#### PANNEAU 13

- description de la sphaigne, avec peut-être des échantillons conservés d'une manière quelconque (séchée, par plastination, etc...),
- caractéristiques: forte rétention d'eau, sécrétion de produits acidifiants.
- conséquences de ces caractéristiques: écologiques, industrielles, horticoles.

Vers le milieu de la grande zone de tourbière ouverte, afin d'éviter que les visiteurs ne s'ennuient un peu, un panneau devrait apparaître:

#### PANNEAU 14

- LES ÉRICACÉES
- caractéristiques botaniques,
- caractéristiques écologiques: conservation des feuilles, mycorhizes, métabolites secondaires,...
- espèces importantes présentes à Johnville, avec photographies couleurs.

Le sentier atteint ensuite une zone plus humide nommée "pointe aux orchidées" (Orchid Point) où, comme son nom l'indique, on retrouve une concentration appréciable de ces plantes spectaculaires. Évidemment, un panneau devra être placé là:

#### PANNEAU 15

- LES ORCHIDÉES
- description botanique: fleurs spéciales,
- conséquences de ces fleurs: entomogamie stricte,
- endroits de la tourbière où on retrouve les orchidées,
- deux espèces principales : *Habenaria blephariglottis* et *Calopogon pulchellus*. Photographies couleurs,
- autres orchidées retrouvées dans les parties forestières échantillonnées: *Cypripedium acaule*, *Habenaria obtusata*, *Goodyera repens*.

On atteint ensuite le sol minéral. En cet endroit, le sol est extrêmement humide à cause du ruissellement provenant du sol minéral. C'est la zone appelée LAGG. Un panneau pourrait y être installé pour décrire ce milieu de transition:

#### PANNEAU 16

- causes: apport d'eau et de minéraux provenant du milieu minéral adjacent,
- conséquences: à cause de l'apport en minéraux, des plantes à affinité plus minérotrophe vont cotoyer les

plantes typiques des tourbières ombrotrophes. Ex: *Calla palustris*.

Le sentier rejoint finalement le chemin forestier principal à peu près en ligne droite.

### 3.6.3 Sentier no 3: La crête (Longueur: 1,1 km)

Ce sentier est entièrement situé sur un substrat minéral. C'est le sentier le moins "sauvage" car il longe le chemin forestier principal sur à peu près toute sa longueur.

Il débute sensiblement au même endroit où se termine le sentier no 2. Il suit tout d'abord une succession de vallons de faible amplitude pour rejoindre les abords du plus grand lac. Là, le terrain devient plat et il y a même présence de certaines zones tourbeuses, zones toutefois marginales par rapport à la tourbière comme telle. Le sentier suit les berges, à une certaine distance quand même, jusqu'au nord du plus petit des lacs Jenckes où il traverse le chemin forestier principal. A certains endroits, le visiteur pourra avoir envie de quitter le sentier pour s'aventurer près du lac. Il faudra donc installer des panneaux pour lui indiquer de demeurer sur le sentier car un accès à l'eau se trouve plus loin sur le sentier no 4.



Après le croisement du chemin forestier, le sentier no 3 grimpe fortement et se retrouve sur le sommet de l'esker séparant la zone de tourbière ouverte des lacs Jenckes. Là, la vue est magnifique. D'un côté, on devine à travers les arbres la grande étendue de tourbière qui s'étale au nord, bordée par une zone importante de lagg. Cette zone est sans doute causée par l'intense ruissellement qui se produit à partir des pentes de l'esker. De l'autre côté, on aperçoit le plus gros des lacs et malheureusement aussi le chemin forestier. Le sentier suit alors la crête sur toute sa longueur avant de redescendre abruptement vers les abords de la tourbière, où il rejoint le sentier no 2 tout près de la fin de celui-ci.

Du point de vue interprétation de la nature, ce sentier est le plus problématique. Ma suggestion est d'en faire un sentier sans thème bien défini. Parmi les idées d'interprétation qui pourraient y être exploitées, notons:

- description de la végétation du site,
- description de diverses espèces végétales, arbres en particulier: pin blanc, bouleau jaune, sapin baumier,...
- sur le crête, reprendre les notions de géologie du quaternaire en donnant plus de détails.

#### 3.6.4 Sentier no 4: La faune aquatique (Longueur: 0,8 km)

Ce sentier est entièrement situé sur le substrat minéral, même si à certains endroits le sol est saturé en eau. On devra donc à ces endroits construire des ponceaux et des passerelles.

Le sentier débute tout près du lieu où le sentier no 3 croise le chemin forestier principal. Sur 250 m environ, le sentier est à double sens, ce qui nécessitera une emprise un peu plus large. A environ 200 m du début, un embranchement mène au plus grand des lacs Jenckes où une cache d'observation est installée tout près de la rive. Ce premier tronçon est plutôt accidenté: c'est une alternance de pentes ascendantes et descendantes assez raides.

La boucle qui fait le tour du petit lac est située sur un terrain relativement plat. A partir de presque tous les points du sentier on peut avoir une vue sur le lac. Une deuxième cache d'observation sera installée sur les rives du petit lac, à environ 200 m du premier abri.

Le sentier se termine à quelques 50 m au sud de l'embranchement de la première cache d'observation. Le retour se fait via la portion à double sens.

Comme son nom l'indique, ce sentier aura pour thème principal la faune aquatique, et comme thème accessoire la faune en général. C'est à cet endroit qu'ont été aperçus les éléments fauniques retenus jusqu'ici comme dignes d'intérêt de la tourbière: quelques espèces de canards, le martin-pêcheur, la loutre,... Les panneaux d'interprétation devront avoir pour thème toutes ces espèces en plus d'autres peuplant la tourbière comme par exemple le lièvre d'Amérique, l'orignal et le chevreuil.

La construction de caches d'observation pourra attirer les ornithologues amateurs et professionnels ainsi que tous les amateurs de l'observation de la faune. Une publicité pourrait être faite en ce sens auprès des diverses associations et institutions d'enseignement. Des permissions spéciales pourraient alors être données pour un accès au site en dehors des heures normales d'ouverture et hors-saison car l'observation de la faune se fait en tout temps. Il va sans dire que les caches devront être adaptées à l'observation: supports pour les lunettes d'approches, bon camouflage, bancs ou sièges confortables,... Les observations pourront être répertoriées par les responsables de la tourbière et de ce fait constituer un inventaire continu des ressources fauniques de celle-ci.

### 3.6.5 Sentiers optionnels

Deux sentiers optionnels sont proposés. Le premier est un sentier sur substrat minéral situé au sud du premier tronçon du sentier no 2. Son contenu éducatif n'a pas encore été déterminé mais il mènerait à une tour d'observation située en forêt. Cette tour devra avoir une hauteur supérieure à celle des arbres afin que le visiteur ait une bonne vue sur les deux zones de tourbière au nord et au sud du ruisseau Racey. Je crois que ce point de vue plairait énormément aux visiteurs. Mais à cause des coûts appréciables d'une telle infrastructure, la tour d'observation est à construire après tous les autres aménagements.

Le deuxième sentier optionnel est en fait un prolongement du sentier no 2, tout près du point d'observation du bord du fossé de drainage (panneaux 10 et 11). Ce serait un sentier de courte randonnée qui suivrait le fossé et rejoindrait un chemin forestier. La suite de ce sentier serait tout simplement le chemin forestier. Il va sans dire que l'aménagement de ce sentier nécessiterait très peu d'efforts car l'emprise du tronçon longeant le fossé de drainage est déjà dégagée. Le contenu éducatif de ce sentier serait très réduit, pouvant se limiter à des petits panneaux décrivant les espèces végétales se retrouvant sur ses bords.

### 3.7 Aménagement d'hiver

Plusieurs activités hivernales pourraient se pratiquer sans trop de contraintes sur les infrastructures déjà présentes pour les activités estivales. Par exemple, on pourrait réserver les sentiers nos 3 et 4, ainsi que la portion du sentier no 1 qui se trouve sur le substrat minéral, à la pratique de la raquette. Les dénivellations souvent importantes dans certaines parties de ces sentiers rendent très problématique la pratique du ski de fond.

Par contre, avec un couvert suffisant de neige, les sentiers sur passerelles (tourbe) pourraient accommoder les skieurs de randonnée qui recherchent des parcours sans grandes difficultés. ceux-ci auraient accès à une boucle de longueur acceptable en empruntant le sentier no 2 et en continuant sur le sentier optionnel longeant le fossé de drainage pour finalement aboutir au chemin forestier principal. Toutefois, il faudrait garder les sentiers non-entretenus, spécialement sur les tronçons construits sur passerelle car le passage de véhicules d'entretien des pistes pourrait engendrer de sérieux dégâts.

Dans le cas où les activités hivernales seraient implantées, un petit refuge chauffé par un poêle à bois devra être construit au site d'accueil et de stationnement afin de

permettre aux gens de se préparer pour les activités et de se reposer.

### 3.8 Recommandations pour la préservation et la sécurité du public

Même si les sentiers proposés sont réalisés, la tourbière de Johnville ne pourra pas se maintenir dans un état acceptable et le plus naturel possible si on n'adopte pas des mesures plus directement axées sur la préservation. Ces mesures pourront également assurer la sécurité du public lors des visites à la tourbière.

Il faudra premièrement s'assurer que les véhicules tout-terrain à quatre roues auront le plus faible accès possible au site. Il faudrait tout d'abord enlever le réservoir d'huile périmé qui sert de pont entre la propriété de Lennoxville et le terrain adjacent situé à l'est. Il est même étonnant que la municipalité de Lennoxville ne l'ait pas fait avant car c'est le principal point d'entrée des véhicules responsables de l'intense dégradation qui sévit en certains lieux de la tourbière.

A cet endroit, on pourrait aussi installer des infrastructures décourageant les intrus éventuels: panneaux avec

avertissements d'amende, planches cloutées dissimulées au sol, caméras de surveillance, patrouille de gardiens ou de policiers, pose de clôtures dans certains secteurs, publicité au sujet des règlements interdisant la présence de tels véhicules dans la tourbière,...

Dans les zones situées près du petit étang, il faudrait apporter des mesures qui vont orienter les futurs visiteurs vers les infrastructures aménagées. Ces mesures s'appliqueront surtout si, dans un premier temps, seule cette partie de la tourbière est aménagée (elle est effectivement la zone à prioriser à cause de l'intense fréquentation). Ces mesures peuvent être, par exemple, des clôtures et des panneaux, qui s'intégreront le plus possible au paysage afin de ne pas briser le côté naturel du site.

Comme les activités d'observation de la nature (avec ou sans interprétation) sont susceptibles de se dérouler en toutes saisons, il faudrait tout simplement interdire la présence des chasseurs sur le territoire de la tourbière. La priorité doit être mise sur la sécurité du public. Des patrouilles régulières ainsi qu'une publicité adéquate pourraient décourager les amateurs de chasse.

Afin de conserver le milieu utilisé pour l'interprétation dans l'état le plus naturel possible et d'éviter un changement dans le régime hydrique de la tourbière, il faut interdire totalement la coupe de bois sur les sites où le substrat est tourbeux. On devrait aussi restreindre au maximum la coupe sur les sites minéraux où le ruissellement se fait vers la tourbière (bassin versant).

Il serait très important et souhaitable qu'une certaine partie du territoire soit exempte d'aménagements et laissée à sa propre évolution naturelle. On pourrait donc réserver la zone ombrotrophe située au nord du ruisseau Racey pour cette fin. La zone est à peu près intouchée par les activités humaines à cause de sa difficulté d'accès (elle est située le plus loin du chemin d'accès et il faut franchir le fossé de drainage pour y parvenir). Cette partie de la tourbière pourrait être affectée prioritairement à la recherche scientifique et à l'éducation (universités).



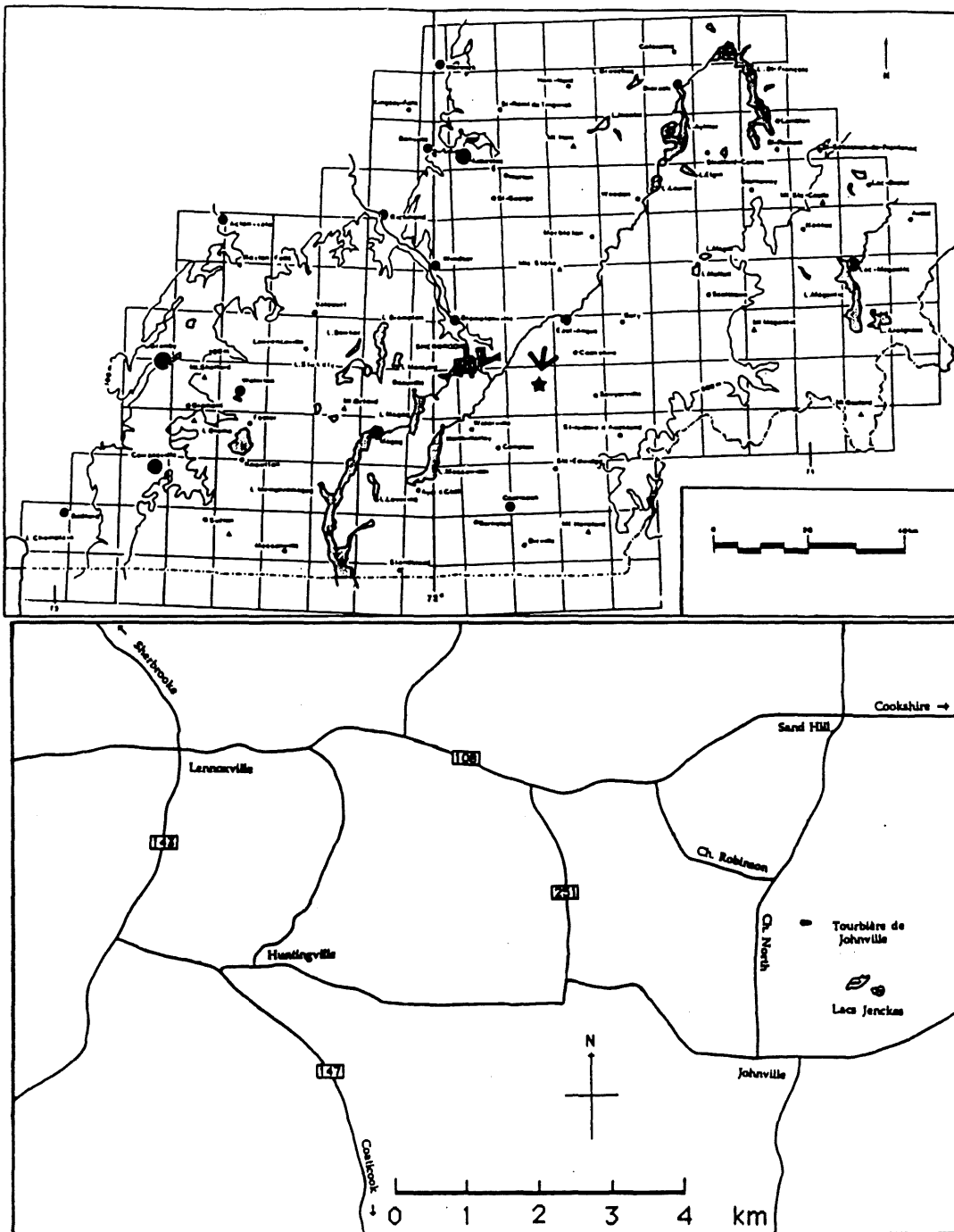
## CONCLUSION

La tourbière représente un milieu de choix pour l'implantation d'activités d'interprétation de la nature. En effet, toutes les caractéristiques très spécifiques de ce site, que ce soit au niveau géologique, botanique ou faunique, sont d'excellents prétextes à présenter aux gens les nombreux concepts reliés à l'écologie et à la préservation de l'environnement et des milieux naturels. Il est rafraîchissant de penser que certains endroits peuvent éviter l'intense dégradation imposée par nos activités industrielles et notre mode de vie matérialiste. Je crois qu'il est hautement important que les gens aient accès à ces sites afin de les apprécier et de réaliser l'urgence de les protéger.

Les sentiers d'interprétation proposés sauront, à mon avis, intéresser les gens tout en les éduquant. Toutefois, les infrastructures sont un peu incomplètes. On pense en particulier aux thèmes de l'interprétation dans les sentiers sur sol minéral. Une des solutions à ce manque d'information serait de réaliser un inventaire de la végétation des sites minéraux de la même façon que cela a été fait pour les sites tourbeux. Les idées d'interprétation seraient beaucoup plus faciles à trouver après une saison passée à parcourir le territoire de fond en comble.

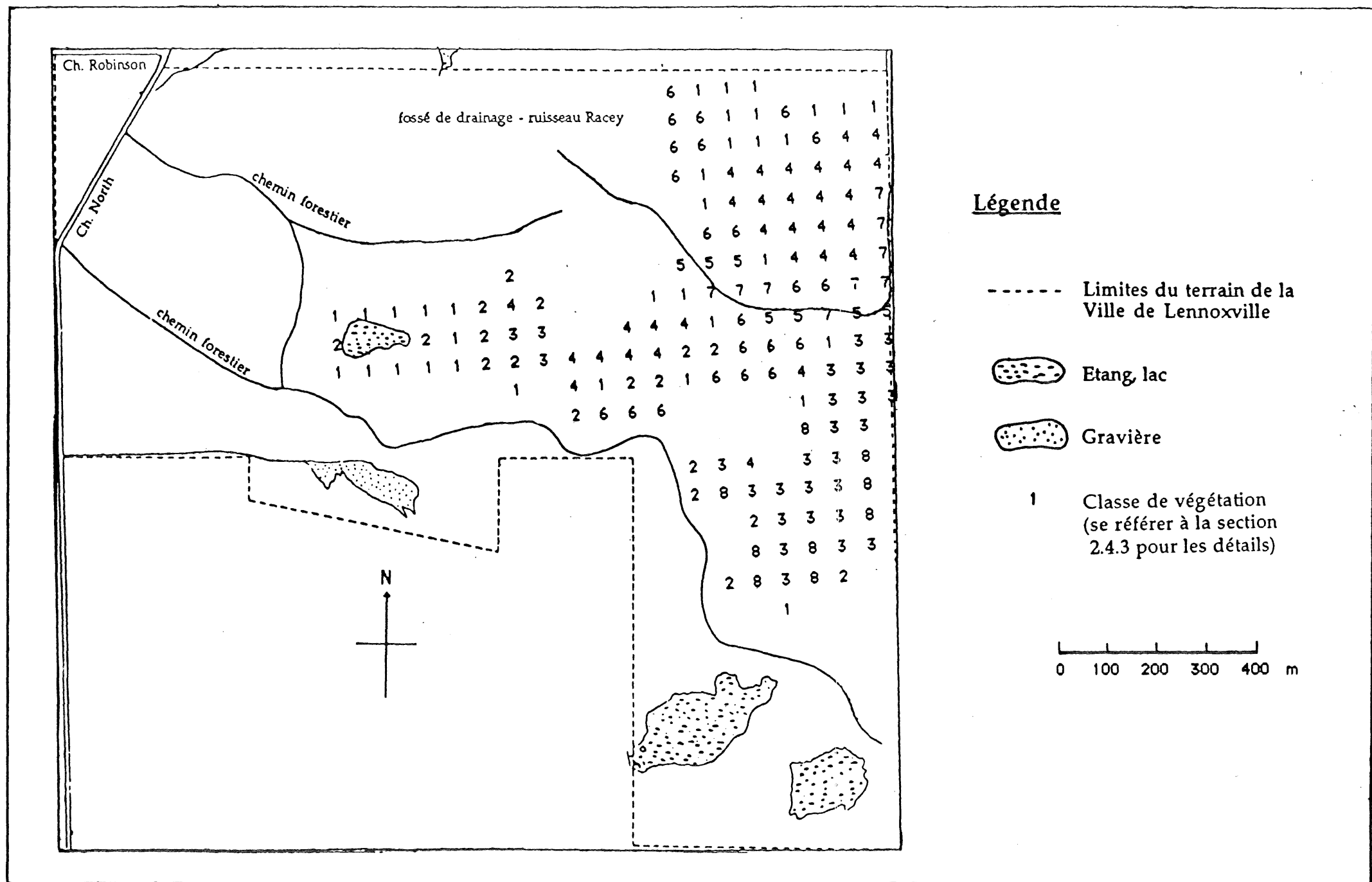
Mais on peut commencer entre temps à aménager les parties où les thèmes d'interprétation sont bien définis et où les ressources requises sont connues. Je pense tout particulièrement à la zone du petit étang où la fréquentation est intense. Un peu paradoxalement, le moyen de préserver ce coin de pays sera de l'aménager. C'est un très beau projet qui mérite d'être poursuivi et mené à terme.

## **ANNEXES**



Annexe 1: Localisation de la tourbière de Johnville (Adapté de: Bachand 1992)

Pages 105-106 manquantes dans notre exemplaire.



Annexe 4: Classification automatique de la végétation de la tourbière de Johnville (Adapté de: Blouin et Michaud, 1991)

Annexe 5: Espèces caractéristiques (présentes dans plus de 50% des parcelles) des diverses classes de végétation de la tourbière de Johnville (classification automatique)

Classe 1:

*Abies balsamea* (L.) Mill. (sapin baumier)  
*Acer rubrum* L. (érable rouge)  
*Coptis groenlandica* (Oeder) Fern. (coptide du Groënland)  
*Cornus canadensis* L. (cornouiller du Canada)  
*Gaultheria hispidula* (L.) Mühl. (gaulthérie hispide)  
*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch. (mélèze laricin)  
*Ledum groenlandicum* Retzius (lédon du Groënland)  
*Nemopanthus mucronatus* (L.) Trel. (némopante mucroné)  
*Picea mariana* (Mill.) BSP. (épinette noire)  
*Vaccinium myrtilloides* Michx. (airelle fausse-Myrtille)  
*Viburnum cassinoides* L. (viorne cassinoïde)  
*Kalmia angustifolia* L. (kalmia à feuilles étroites)

Classe 2:

*Acer rubrum* L. (érable rouge)  
*Cassandra calyculata* (L.) D.Don (cassandre caliculé)  
*Eriophorum spissum* Fernald (linaigrette dense)  
*Gaultheria hispidula* (L.) Mühl. (gaulthérie hispide)  
*Kalmia angustifolia* L. (kalmia à feuilles étroites)  
*Kalmia polifolia* Wang. (kalmia à feuilles d'Andromède)  
*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch. (mélèze laricin)  
*Ledum groenlandicum* Retzius. (lédon du Groënland)  
*Nemopanthus mucronatus* (L.) Trel. (némopante mucroné)  
*Picea mariana* (Mill.) BSP. (épinette noire)  
*Sarracenia purpurea* L. (sarracénie pourpre)  
*Smilacina trifolia* (L.) Desf. (smilacine trifoliée)  
*Vaccinium myrtilloides* Michx. (airelle fausse-Myrtille)  
*Vaccinium Oxycoccos* L. (airelle canneberge)  
*Viburnum cassinoides* L. (viorne cassinoïde)

Classe 3:

*Acer rubrum* L. (érable rouge)  
*Cassandra calyculata* (L.) D.Don (cassandre caliculé)  
*Eriophorum spissum* Fernald (linaigrette dense)  
*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch. (mélèze laricin)  
*Kalmia angustifolia* L. (kalmia à feuilles étroites)  
*Kalmia polifolia* Wang. (kalmia à feuilles d'Andromède)  
*Ledum groenlandicum* Retzius (lédon du Groënland)  
*Picea mariana* (Mill.) BSP. (épinette noire)  
*Sarracenia purpurea* L. (sarracénie pourpre)  
*Vaccinium Oxycoccos* L. (airelle canneberge)

Classe 4:

*Cassandra calyculata* (L.) D. Don (cassandre caliculé)  
*Kalmia angustifolia* L. (kalmia à feuilles étroites)  
*Kalmia polifolia* Wang. (kalmia à feuilles d'Andromède)  
*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch. (mélèze laricin)  
*Ledum groenlandicum* Retzius (lédon du Groënland)  
*Nemopanthus mucronatus* (L.) Trel. (némopante mucroné)  
*Picea mariana* (Mill.) BSP. (épinette noire)  
*Rhododendron canadense* (L.) Torr. (rhododendron du Canada)  
*Smilacina trifolia* (L.) Desf. (smilacine trifoliée)  
*Vaccinium myrtilloides* Michx. (airelle fausse-Myrtille)  
*Vaccinium Oxycoccus* L. (airelle canneberge)  
*Viburnum cassinoides* L. (viorne cassinoïde)

Classe 5:

*Abies balsamea* (L.) Mill. (sapin baumier)  
*Acer rubrum* L. (érable rouge)  
*Alnus rugosa* (Du Roi) Spreng. (aulne rugueux)  
*Betula populifolia* Marsh. (bouleau à feuilles de peuplier)  
*Clematis virginiana* L. (clématite de Virginie)  
*Cornus stolonifera* Michx. (cornouiller stolonifère)  
*Dryopteris spinulosa* (O. F. Muell.) Watt. (dryoptéride spinuleuse)  
*Eupatorium maculatum* L. (eupatoire maculée)  
*Galium asprellum* Michx. (gaillet piquant)  
*Hypericum virginicum* L. (millepertuis de Virginie)  
*Impatiens capensis* Meerb. (impatiente du Cap)  
*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch. (mélèze laricin)  
*Lycopus uniflorus* Michx. (lycope uniflore)  
*Lysimachia thyrsiflora* L. (lysimaque thyrsiflore)  
*Myrica Gale* L. (myrique baumier)  
*Onoclea sensibilis* L. (onoclée sensible)  
*Rubus idaeus* L. (ronce du mont Ida)  
*Solidago canadensis* L. (verge d'or du Canada)  
*Solidago graminifolia* (L.) Salisb. (verge d'or graminifoliée)  
*Solidago rugosa* Mill. (verge d'or rugueuse)  
*Spiraea latifolia* (Ait.) Borkh. (spirée à large feuilles)  
*Thuja occidentalis* L. (thuya occidental)

Classe 6:

*Abies balsamea* (L.) Mill. (sapin baumier)  
*Acer rubrum* L. (érable rouge)  
*Betula lutea* Michx.f. (bouleau jaune)  
*Coptis groenlandica* (Oeder) Fern. (coptide du groënland)  
*Cornus canadensis* L. (cornouiller du Canada)



*Dalibarda repens* L. (dalibarde rampante)  
*Dryopteris spinulosa* (O. F. Muell.) Watt. (dryoptéride spinuleuse)  
*Gaultheria hispidula* (L.) Mühl. (gaulthérie hispide)  
*Kalmia angustifolia* L. (kalmia à feuilles étroites)  
*Linnaea borealis* L. (linnée boréale)  
*Maïanthemum canadense* Desf. (maïanthème du Canada)  
*Nemopanthus mucronatus* (L.) Trel. (némopante mucroné)  
*Osmunda cinnamomea* L. (osmonde cannelle)  
*Picea mariana* (Mill.) BSP. (épinette noire)  
*Sorbus americana* Marsh. (sorbier d'Amérique)  
*Trientalis borealis* Raf. (trientale boréale)  
*Trillium undulatum* Willd. (trille ondulé)  
*Vaccinium myrtilloides* Michx. (airelle fausse-Myrtille)  
*Viburnum cassinoides* L. (viorne cassinoïde)

Classe 7:

*Alnus rugosa* (Du Roi) Spreng. (aulne rugueux)  
*Aronia melanocarpa* (Michx.) Ell. (aronia noir)  
*Cassandra calyculata* (L.) D. Don (cassandra caliculé)  
*Clematis virginiana* L. (clématite de Virginie)  
*Dryopteris cristata* (L.) A. Gray (dryoptéride accrétée)  
*Cornus stolonifera* Michx. (cornouiller stolonifère)  
*Eupatorium maculatum* L. (eupatoire maculée)  
*Galium asprellum* Michx. (gaillet piquant)  
*Hypericum virginicum* L. (millepertuis de Virginie)  
*Iris versicolor* L. (iris versicolore)  
*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch. (mélèze laricin)  
*Maïanthemum canadense* Desf. (maïanthème du Canada)  
*Myrica Gale* L. (myrique baumier)  
*Onoclea sensibilis* L. (onoclée sensible)  
*Osmunda cinnamomea* L. (osmonde cannelle)  
*Senecio Robbinsii* Oakes (sénéçon de Robbins)  
*Spiraea latifolia* (Ait.) Borkh. (spirée à larges feuilles)  
*Thalictrum pubescens* Pursh. (pigamon pubescent)  
*Trientalis borealis* Raf. (trientale boréale)  
*Viburnum cassinoides* L. (viorne cassinoïde)

Classe 8:

*Acer rubrum* L. (érable rouge)  
*Andromeda glaucophylla* Link (andromède glauque)  
*Cassandra calyculata* (L.) D. Don (cassandra caliculé)  
*Eriophorum spissum* Fernald (linaigrette dense)  
*Habenaria blephariglottis* (Willd.) Hook. (habénaire à gorge frangée)  
*Kalmia angustifolia* L. (kalmia à feuilles étroites)  
*Kalmia polifolia* Wang. (kalmia à feuilles d'Andromède)

*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch. (mélèze laricin)  
*Ledum groenlandicum* Retzius (lédon du Groënland)  
*Picea mariana* (Mill.) BSP. (épinette noire)  
*Sarracenia purpurea* L. (sarracénie pourpre)  
*Vaccinium Oxycoccos* L. (airelle canneberge)

Page 112 manquante dans notre exemplaire.

Annexe 7: Coefficients de rareté-intérêt des espèces recensées  
à la tourbière de Johnville

<u>Espèce</u>	<u>Coefficient</u>
<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.	1
<i>Acer pensylvanicum</i> L.	1
<i>Acer rubrum</i> L.	1
<i>Achillea Millefolium</i> L.	1
<i>Alnus rugosa</i> (Du Roi) Spreng.	1
<i>Amelanchier arborea</i> (Michx. f.) Fern.	2
<i>Amelanchier bartramiana</i> (Tausch) Roemer	7
<i>Amelanchier</i> sp.	1
<i>Andromeda glaucophylla</i> Link	9
<i>Aralia nudicaulis</i> L.	1
<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Ell.	5
<i>Aster acuminatus</i> Michx.	1
<i>Aster puniceus</i> L.	4
<i>Aster simplex</i> Willd.	4
<i>Aster umbellatus</i> Mill.	2
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	4
<i>Bellis perennis</i> L.	8
<i>Betula lutea</i> Michx. f.	1
<i>Betula papyrifera</i> Marsh.	1
<i>Betula populifolia</i> Marsh.	2
<i>Brassica Rapa</i> L.	1
<i>Calla palustris</i> L.	5
<i>Caltha palustris</i> L.	3
<i>Cardamine pensylvanica</i> Mühl.	3
<i>Cassandra calyculata</i> (L.) D. Don	9
<i>Chelone glabra</i> L.	3
<i>Circaea alpina</i> L.	6
<i>Clematis virginiana</i> L.	2
<i>Clintonia borealis</i> (Ait.) Raf.	6
<i>Coptis groenlandica</i> (Oeder) Fern.	3
<i>Cornus alternifolia</i> L. f.	2
<i>Cornus canadensis</i> L.	3
<i>Cornus stolonifera</i> Michx.	1
<i>Cypripedium acaule</i> Ait.	9
<i>Dalibarda repens</i> L.	3
<i>Dennstaedtia punctilobula</i> (Michx.) Moore	1
<i>Dicentra canadensis</i> (Goldie) Walp.	2
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	10
<i>Dryopteris cristata</i> (L.) A. Gray	5
<i>Dryopteris disjuncta</i> (Ledeb.) Morton	1
<i>Dryopteris Phegopteris</i> (L.) C. Chr.	1
<i>Dryopteris spinulosa</i> (O. F. Muell.) Watt.	1
<i>Epilobium palustre</i> L.	5
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	2

<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	9
<i>Eupatorium maculatum</i> L.	1
<i>Eupatorium perfoliatum</i> L.	4
<i>Fagus grandifolia</i> Ehrh.	2
<i>Fragaria americana</i> (Porter) Britton	1
<i>Fragaria virginiana</i> Duchesne	1
<i>Fraxinus nigra</i> Marsh.	3
<i>Galium asprellum</i> Michx.	3
<i>Galium triflorum</i> Michx.	1
<i>Gaultheria hispidula</i> (L.) Mühl.	6
<i>Gaultheria procumbens</i> L.	3
<i>Geum rivale</i> L.	3
<i>Habenaria blephariglottis</i> (Willd.) Hook.	10
<i>Habenaria obtusata</i> (Pursh) Richards.	9
<i>Hieracium aurantiacum</i> L.	2
<i>Hydrocotyle americana</i> L.	4
<i>Hypericum perforatum</i> L.	1
<i>Hypericum virginicum</i> L.	3
<i>Ilex verticillata</i> (L.) A. Gray	4
<i>Impatiens capensis</i> Meerb.	3
<i>Iris versicolor</i> L.	3
<i>Juncus effusus</i> L.	1
<i>Kalmia angustifolia</i> L.	6
<i>Kalmia polifolia</i> Wang.	9
<i>Lactuca biennis</i> (Moench) Fern.	3
<i>Lactuca Serriola</i> L.	2
<i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch.	3
<i>Ledum groenlandicum</i> Retzius	9
<i>Lemna minor</i> L.	3
<i>Linnaea borealis</i> L.	3
<i>Lobelia inflata</i> L.	2
<i>Lonicera canadensis</i> Bartr.	1
<i>Lonicera oblongifolia</i> (Goldie) Hook.	5
<i>Lonicera villosa</i> (Michx.) R. & S.	8
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	1
<i>Lycopodium complanatum</i> L.	1
<i>Lycopodium lucidulum</i> Michx.	1
<i>Lycopodium obscurum</i> L.	1
<i>Lycopus americanus</i> Mühl.	4
<i>Lycopus uniflorus</i> Michx.	3
<i>Lysimachia terrestris</i> (L.) BSP.	3
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.	3
<i>Maianthemum canadense</i> Desf.	1
<i>Medeola virginiana</i> L.	2
<i>Mentha canadensis</i> L.	3
<i>Mitella nuda</i> L.	7
<i>Moneses uniflora</i> (L.) A. Gray	3
<i>Monotropa Hypopithys</i> L.	3
<i>Monotropa uniflora</i> L.	3

<i>Myrica Gale</i> L.	3
<i>Nemopanthus mucronatus</i> (L.) Trel.	5
<i>Nuphar variegatum</i> Engelm.	3
<i>Oenothera perennis</i> L.	1
<i>Onoclea sensibilis</i> L.	3
<i>Osmunda cinnamomea</i> L.	3
<i>Osmunda regalis</i> L.	1
<i>Oxalis montana</i> Raf.	3
<i>Oxalis stricta</i> L.	1
<i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP.	5
<i>Pinus strobus</i> L.	1
<i>Plantago major</i> L.	1
<i>Polygonum sagittatum</i> L.	3
<i>Populus balsamifera</i> L.	3
<i>Populus deltoides</i> Marsh.	4
<i>Populus grandidentata</i> Michx.	5
<i>Populus tremuloides</i> Michx.	1
<i>Potentilla norvegica</i> L.	1
<i>Prunus pensylvanica</i> L. f.	1
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	2
<i>Prunus virginiana</i> L.	2
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	1
<i>Pyrola elliptica</i> Nutt.	2
<i>Pyrola minor</i> L.	6
<i>Pyrola secunda</i> L.	1
<i>Ranunculus acris</i> L.	1
<i>Rhamnus alnifolia</i> L'Hér.	5
<i>Rhamnus frangula</i> L.	2
<i>Rhododendron canadense</i> (L.) Torr.	6
<i>Ribes glandulosum</i> Grauer	7
<i>Ribes hirtellum</i> Michx.	7
<i>Ribes lacustre</i> (Pers.) Poir.	3
<i>Ribes nigrum</i> L.	1
<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	6
<i>Rosa nitida</i> Willd.	4
<i>Rubus allegheniensis</i> Porter	2
<i>Rubus idaeus</i> L.	1
<i>Rubus pubescens</i> Raf.	3
<i>Rubus tardatus</i> Blanchard	2
<i>Rumex acetosa</i> L.	7
<i>Sagittaria latifolia</i> Willd.	3
<i>Salix Bebbiana</i> Sarg.	3
<i>Salix discolor</i> Mühl.	1
<i>Salix lucida</i> Mühl.	3
<i>Salix petiolaris</i> J. E. Smith	4
<i>Salix pyrifolia</i> Anderss.	5
<i>Salix rigida</i> Mühl.	4
<i>Salix</i> sp.	1
<i>Sambucus canadensis</i> L.	4

<i>Sarracenia purpurea</i> L.	10
<i>Scutellaria epilobiifolia</i> A. Ham.	3
<i>Senecio aureus</i> L.	7
<i>Senecio Robbinsii</i> Oakes	4
<i>Smilacina trifolia</i> (L.) Desf.	5
<i>Solidago canadensis</i> L.	1
<i>Solidago gigantea</i> Ait.	3
<i>Solidago graminifolia</i> (L.) Salisb.	1
<i>Solidago rugosa</i> Mill.	1
<i>Solidago squarrosa</i> Mühl.	1
<i>Sorbus americana</i> Marsh.	3
<i>Sparganium fluctuans</i> (Morong) B.L. Robinson	2
<i>Spiraea latifolia</i> (Ait.) Borkh.	1
<i>Spiraea tomentosa</i> L.	2
<i>Stellaria calycantha</i> (Ledeb.) Bongard	6
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	1
<i>Taxus canadensis</i> Marsh.	1
<i>Thalictrum dioicum</i> L.	1
<i>Thalictrum pubescens</i> Pursh.	3
<i>Thuja occidentalis</i> L.	3
<i>Trientalis borealis</i> Raf.	1
<i>Trillium undulatum</i> Willd.	2
<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.	2
<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait.	5
<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	4
<i>Vaccinium myrtilloides</i> Michx.	3
<i>Vaccinium Oxycoccus</i> L.	9
<i>Viburnum cassinoides</i> L.	3
<i>Viburnum trilobum</i> Marsh.	2
<i>Vicia cracca</i> L.	1
<i>Viola blanda</i> Willd.	3
<i>Viola pallens</i> (Banks) Brainerd	3

Annexe 8: Mammifères observés ou capturés à la tourbière de Johnville

<u>Ordre</u>	<u>Famille</u>	<u>Espèce</u>
Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra canadensis</i> (Loutre de rivière) <i>Mustela erminea</i> (Hermine)
	Ursidae	<i>Ursus americanus</i> (Ours noir)
Rodentia	Erethizontidae	<i>Erethizon dorsatum</i> (Porc-épic d'Amérique)
	Sciuridae	<i>Marmota monax</i> (Marmotte commune) <i>Tamias striatus</i> (Tamia rayé)
	Muridae	<i>Synaptomys cooperi</i> (Campagnol-lemming de Cooper) <i>Clethrionomys gapperi</i> (Campagnol à dos roux de Gapper) <i>Microtus pinetorum</i> (Campagnol sylvestre) <i>Peromyscus</i> sp. (Souris)
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus americanus</i> (Lièvre d'Amérique)
Insectivora	Soricidae	<i>Sorex cinereus</i> (Musaraigne cendrée) <i>Sorex palustris</i> (Musaraigne palustre) <i>Sorex</i> sp. (Musaraigne) <i>Blarina brevicauda</i> (Grande musaraigne)
	Talpidae	<i>Condylura cristata</i> (Condylure étoilé)
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i> (Cerf de Virginie) <i>Alces alces</i> (Orignal)



Annexe 9: Mentions d'oiseaux à Johnville (fichier ÉPOQ)

N.B. La nomenclature (espèces et familles) suit Peterson (1989)

<u>Ordre</u>	<u>Famille</u>	<u>Espèce</u>
Anseriformes	Anatidae	<i>Branta canadensis</i> (Bernache du Canada) <i>Aix sponsa</i> (Canard branchu) <i>Anas crecca carolinensis</i> (Sarcelle à ailes vertes) <i>Anas rubripes</i> (Canard noir) <i>Anas platyrhynchos</i> (Canard colvert) <i>Lophodytes cucullatus</i> (Bec-scie couronné)
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i> (Grand héron)
Falconiformes	Accipritidae	<i>Circus cyaneus</i> (Busard Saint-Martin) <i>Buteo platypterus</i> (Petite buse)
	Falconidae	<i>Falco sparverius</i> (Crécerelle d'Amérique)
Galliformes	Phasianidae	<i>Bonasa umbellus</i> (Gélinotte huppée)
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i> (Pluvier kildir)
	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i> (Chevalier branlequeue) <i>Gallinago gallinago</i> (Bécassine des marais)
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i> (Pigeon biset) <i>Zenaida macroura</i> (Tourterelle triste)
Strigiformes	Strigidae	<i>Nyctaea scandiaca</i> (Harfang des neiges) <i>Aegolius acadicus</i>

		(Petite nyctale)
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Ceryle alcyon</i> (Martin-pêcheur d'Amérique)
Piciformes	Picidae	<i>Picoides pubescens</i> (Pic mineur) <i>Picoides villosus</i> (Pic chevelu) <i>Colaptes auratus</i> (Pic flamboyant) <i>Dryocopus pileatus</i> (Grand pic)
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i> (Pioui de l'Est) <i>Empidonax flaviventris</i> (Moucherolle à ventre jaune) <i>Empidonax alnorum</i> (Moucherolle des aulnes) <i>Empidonax minimus</i> (Moucherolle tchébec) <i>Sayornis phoebe</i> (Moucherolle phébi) <i>Myiarchus crinitus</i> (Tyran huppé) <i>Tyrannus tyrannus</i> (Tyran tritri)
	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i> (Alouette cornue)
	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i> (Hirondelle bicolore) <i>Riparia riparia</i> (Hirondelle de rivage) <i>Hirundo pyrrhonota</i> (Hirondelle à front blanc) <i>Hirundo rustica</i> (Hirondelle des granges)
	Corvidae	<i>Cyanocitta cristata</i> (Geai bleu) <i>Corvus brachyrhynchos</i> (Corneille d'Amérique)
	Paridae	<i>Parus atricapillus</i> (Mésange à tête noire) <i>Parus hudsonicus</i> (Mésange à tête brune)
	Sittidae	<i>Sitta canadensis</i> (Sittelle à poitrine rousse) <i>Sitta carolinensis</i>

Certhiidae	(Sittelle à poitrine blanche) <i>Certhia americana</i> (Grimpereau brun)
Troglodytidae	<i>Troglodytes troglodytes</i> (Troglodyte des forêts)
Muscicapidae	<i>Regulus satrapa</i> (Roitelet à couronne dorée) <i>Regulus calendula</i> (Roitelet à couronne rubis)
Turdidae	<i>Sialia sialis</i> (Merle bleu de l'Est) <i>Catharus fuscescens</i> (Grive fauve) <i>Catharus ustulatus</i> (Grive à dos olive) <i>Catharus guttatus</i> (Grive solitaire) <i>Hylocichla mustelina</i> (Grive des bois) <i>Turdus migratorius</i> (Merle d'Amérique)
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i> (Moqueur chat) <i>Toxostoma rufum</i> (Moqueur roux)
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i> (Jaseur des cèdres)
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i> (étourneau sansonnet)
Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i> (Viréo à tête bleue) <i>Vireo olivaceus</i> (Viréo aux yeux rouges)
Emberizidae	<i>Vermivora ruficapilla</i> (Paruline à joues grises) <i>Parula americana</i> (Paruline à collier) <i>Dendroica petechia</i> (Paruline jaune) <i>Dendroica pensylvanica</i> (Paruline à flancs marron) <i>Dendroica magnolia</i> (Paruline à tête cendrée) <i>Dendroica tigrina</i> (Paruline tigrée) <i>Dendroica caerulescens</i> (Paruline bleue à gorge noire)

	<i>Dendroica coronata</i>
	(Paruline à croupion jaune)
	<i>Dendroica virens</i>
	(Paruline verte à gorge noire)
	<i>Dendroica fusca</i>
	(Paruline à gorge orangée)
	<i>Mniotilta varia</i>
	(Paruline noir et blanc)
	<i>Setophaga ruticilla</i>
	(Paruline flamboyante)
	<i>Seiurus aurocapillus</i>
	(Paruline couronnée)
	<i>Seiurus noveboracensis</i>
	(Paruline des ruisseaux)
	<i>Oporornis philadelphia</i>
	(Paruline triste)
	<i>Geothlypis trichas</i>
	(Paruline masquée)
	<i>Wilsonia pusilla</i>
	(Paruline à calotte noire)
	<i>Wilsonia canadensis</i>
	(Paruline du Canada)
Thraupidae	<i>Piranga olivacea</i>
	(Tangara écarlate)
Ploceidae	<i>Passer domesticus</i>
	(Moineau domestique)
Fringilidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>
	(Cardinal à poitrine rose)
	<i>Spizella passerina</i>
	(Bruant familial)
	<i>Pooecetes gramineus</i>
	(Bruant vespéral)
	<i>Passerculus sandwichensis</i>
	(Bruant des prés)
	<i>Passerella iliaca</i>
	(Bruant fauve)
	<i>Melospiza melodia</i>
	(Bruant chanteur)
	<i>Melospiza lincolni</i>
	(Bruant de Lincoln)
	<i>Melospiza georgiana</i>
	(Bruant des marais)
	<i>Zonotrichia albicollis</i>
	(Bruant à gorge blanche)
	<i>Plectrophenax nivalis</i>
	(Bruant des neiges)
	<i>Pinicola enucleator</i>
	(Dur-bec des pins)

Page 122 manquante dans notre exemplaire.

Annexe 10: Insectes capturés à la tourbière de Johnville.

<u>Ordre</u>	<u>Famille</u>	<u>Genre ou espèce</u>
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshna canadensis</i>
		<i>Aeshna constricta</i>
		<i>Aeshna eremita</i>
		<i>Aeshna interrupta interrupta</i>
		<i>Aeshna tuberculifera</i>
		<i>Aeshna umbrosa</i>
		<i>Anax junius</i>
	Gomphidae	<i>Boyeria grafiana</i>
		<i>Boyeria vinosa</i>
		<i>Lanthus albistylus</i>
		<i>Gomphus borealis</i>
		<i>Gomphus descriptus</i>
		<i>Gomphus spicatus</i>
		<i>Ophiogomphus carotus</i>
	Libellulidae	<i>Ophiogomphus aspersus</i>
		<i>Dorocordulia libera</i>
		<i>Cordulia shurtleffi</i>
		<i>Somatochlora elongata</i>
		<i>Somatochlora forcipata</i>
		<i>Somatochlora franklini</i>
		<i>Somatochlora minor</i>
		<i>Somatochlora walshii</i>
		<i>Somatochlora williamsoni</i>
		<i>Leucorhinia glacialis</i>
		<i>Leucorhinia hudsonica</i>
		<i>Leucorhinia intacta</i>
		<i>Leucorhinia proxima</i>
		<i>Leucorhinia frigida</i>
		<i>Libellula julia</i>
		<i>Libellula lydia</i>
		<i>Libellula quadrimaculata</i>
		<i>Sympetrum costiferum</i>
		<i>Sympetrum internum</i>
		<i>Sympetrum obtrusum</i>
		<i>Sympetrum semicinctum</i>
		<i>Sympetrum vicinum</i>
	Coenagriidae	<i>Ischnura verticalis</i>
		<i>Enallagma boreale</i>
		<i>Nehalennia gracilis</i>
		<i>Nehalennia irene</i>
		<i>Chromagrion conditum</i>
	Agriidae	<i>Enallagma aspersum</i>
		<i>Enallagma hageni</i>
		<i>Calopteryx maculata</i>

	Lestidae	<i>Calopteryx amatum</i> <i>Lestes disjunctus disjunctus</i> <i>Lestes unguilatus</i> <i>Lestes congener</i>
	Cordulegas- teridae	<i>Cordulegaster maculatus</i>
	Corduliidae	<i>Epitheca canis</i> <i>Lestes eurinus</i> <i>Lestes rectangularis</i>
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Polygonia interrogationis</i> <i>Polygonia faunus</i> <i>Vanessa virginiensis</i> <i>Vanessa cardui</i> <i>Limenitis arthemis</i> <i>Speyeria atlantis</i> <i>Speyeria cybele</i> <i>Boloria selene</i> <i>Melitaea harrisii</i>
	Pieridae	<i>Colias philodice</i> <i>Colias interior</i> <i>Pieris napi</i>
	Satyridae	<i>Lethe eurydice</i> <i>Lethe portlandia</i> <i>Cercyonis pegala</i> <i>Euptychia cymela</i> <i>Coenonympha tullia</i>
	Papilionidae	<i>Papilio glaucus</i>
	Danaidae	<i>Danaus plexippus</i>
	Lycaenidae	<i>Celastrina ladon lucia</i> <i>Glaucopsyche lygdamus couperi</i> <i>Epidemia epixanthe phaedra</i> <i>Incisalia heurici henriei</i> <i>Incisalia nippon clarki</i> <i>Incisalia augustus augustus</i> <i>Satyrium liparops strigosa</i>
	Hesperiidae	<i>Euphyes vestris metacomet</i> <i>Poanes hobomok</i> <i>Polites themistocles</i> <i>Polites coras</i> <i>Polites mystic</i> <i>Thymelicus lineola</i> <i>Carterocephalus palaemon mesapano</i> <i>Erynnis icelus</i>
	Agaristidae	<i>Alypia octomaculata</i>
	Arctiidae	
	Notonectidae	
	Noctuidae	

Coleoptera	Chrysomelidae	
	Elateridae	
	Staphylinidae	
	Cephaloidae	
	Lycidae	
Diptera	Cerambycidae	
	Syrphidae	<i>Eristalis bayda</i>
		<i>Helophilus fasciatus</i>
		<i>Ocyptamus fascipennis</i>
	Tabanidae	<i>Chrysops lateralis</i>
		<i>Chrysops zinzelus</i>
		<i>Chrysops calvus</i>
		<i>Chrysops niger</i>
		<i>Chrysops ater</i>
		<i>Chrysops cuclux</i>
		<i>Chrysops mitris</i>
		<i>Chrysops indus</i>
		<i>Chrysops frigidus</i>
		<i>Chrysops vittatus</i>
		<i>Tabanus reinwardtii</i>
		<i>Hybomitra illota</i>
		<i>Hybomitra zonalis</i>
		<i>Hybomitra minuscula</i>
		<i>Hybomitra sodalis</i>
		<i>Hybomitra nuda</i>
		<i>Hybomitra pechumani</i>
		<i>Hybomitra lasiophtalma</i>
		<i>Hybomitra nitidifrons nuda</i>
		<i>Hybomitra frontalis</i>
	Tachinidae	
	Bombyliidae	
	Simuliidae	
	Xylophagidae	
	Asilidae	
	Culicidae	
	Tephritidae	
	Dolichopodidae	
Hemiptera	Dysticidae	
	Gyrinidae	
	Coryxidae	
	Gerridae	
Hymenoptera	Apidae	
	Colletidae	
	Halictidae	
	Vespidae	
	Pompilidae	



Homoptera	Cicadellidae
	Cercopidae
Neuroptera	Corydalidae
Orthoptera	

## BIBLIOGRAPHIE

ANSSEAU, C. et M.M. GRANDTNER. 1988. Enumération des groupements végétaux de trois secteurs forestiers des Cantons de l'Est, Québec. 2- Groupements forestiers. Doc. phytosoc. 10: 1-55. Camerino.

BACHAND, Y. 1992. Inventaire sommaire de l'herpétofaune de la tourbière de Johnville, Québec. Rana: sous presse.

BEAULIEU, M., M. BONSAINT, R. LAVERDIÈRE, N. LECLERC et J.-J. MARTEL. 1979. Normes relatives à l'établissement de sentiers de nature, édition provisoire. Ministère de l'Energie et des Ressources. Québec. 45 p.

BELLAMY, D., J.R. RADFORTH et N.W. RADFORTH. 1971. Terrain, traffic and tundra. Nature 231: 429-432

BLOUIN, F. et J. MICHAUD. 1991. Etude préliminaire sur la préservation et l'aménagement à la tourbière de Johnville. Rapport présenté à la Corporation de Préservation du Boisé de Johnville Inc. et à la Direction de la Conservation et du Patrimoine Ecologique, MENVIQ. Lennoxville. 25 p. (plus annexes).

BOELTER, D.H. et E.S. VERRY. 1978. Peatland and water in the Northern Lake States. USDA Forest Service General Technical Report NC-31. 25p.

BOISVERT J. 1986. Etude systématique de la végétation de la tourbière de Johnville (71°44'O 45°20'N). Projet estival. Université de Sherbrooke. 22 p.

BOUCHARD, A., D. BARABÉ, M. DUMAIS et S. HAY. 1983. Les plantes vasculaires rares du Québec. Syllogeus 48. 79 p.

BOWERS, T.M. 1966. Bogs of the upper St. Francis river basin, Quebec: phytosociological notes and field key for vascular plants. Thèse de maîtrise. Université Bishop's. Lennoxville. 150 p.

BRADBURY, I.K. et J. GRACE. 1983. Primary production in wetlands. Pp. 285-310 dans Ecosystems of the world 4A - Mires: swamp, bog, fen and moor. Editeur: A.J.P. Gore. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 440 p.

BRIDGHAM, S.D., C.J. RICHARDSON, E. MALTBY et S.P. FAULKNER. 1991. Cellulose decay in natural and disturbed peatlands in North Carolina. J. Environ. Qual. 20: 695-701

BUTEAU, P. 1989. Atlas des tourbières du Québec méridional. Ministère de l'Énergie et des Ressources (Mines). Québec. 149 cartes. 304 p.

CHAPMAN, S.B. et R.J. ROSE. 1991. Changes in the vegetation at Coom Rigg Moss National Nature Reserve within the period 1958-86. J. Applied Ecology 28: 140-153

CLYMO, R.S. 1983. Peat. P. 159-224 dans Ecosystems of the world 4A - Mires: swamp, bog, fen and moor. Editeur: A.J.P. Gore. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 440 p.

COUILLARD, L. et P. GRONDIN. 1986. La végétation des milieux humides du Québec. Les publications du Québec. Québec. 400 p.

CRAWFORD, R.M.M. 1983. Root survival in flooded soils. Pp. 257-283 dans Ecosystems of the world 4A - Mires: swamp, bog, fen and moor. Editeur: A.J.P. Gore. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 440 p.

DANSEREAU, P. et F. SEGADAS-VIANNA. 1952. Ecological study of the peat bogs of Eastern North America. Can. J. Bot. 30: 490-520.

DICKINSON, C.H. 1983. Micro-organisms in peatlands. Pp. 225-245 dans Ecosystems of the world 4A - Mires: swamp, bog, fen and moor. Editeur: A.J.P. Gore. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 440p.

DOYLE, G.J. 1990. Bog conservation in Ireland. Pp. 45-58 dans Peatlands, Economy and Conservation. Editeurs: M.G.C. Schouten et M.J. Nooren. SPB Academic Publishing. La Haye. 106 p.

FLEURBEC. 1987. Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières - Guide d'identification Fleurbec. Groupe Fleurbec. St-Augustin (Portneuf). 399 p.

GAUTHIER, R. 1980. La végétation des tourbières et les sphaignes du parc des Laurentides, Québec. Laboratoire d'écologie forestière, Université Laval. Québec. 634 p.

GÉRARDIN, V., P. GRONDIN et M. LEBEL. 1984. Distribution et description des tourbières de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord. Série de l'inventaire Capital-Nature no 4. Ministère de l'Environnement. Québec.

GLASER, P.H. 1987. The ecology of patterned boreal peatlands of northern Minnesota: a community profile. U.S. Fish. Wildl. Ser. Rep. 85 (7.14). 98 p.

GLASER, P.H., D.I. SIEGEL et J.A. JANSSENS. 1986. The detection of groundwater discharge in extensive peatlands by remote sensing. Abstract. Proceedings of the IVth International Congress of Ecology, Syracuse, New York, August 1986: 159-160.

GOODE, D.A., A.A. MARSAN et J.R. MICHAUD. 1977. Water resources. Pp. 299-331 dans Muskeg and the Northern Environment in Canada. Editeurs: N.W. Radforth et C.O. Brawner. University of Toronto Press. Toronto. 399 p.

GORE, A.J.P. 1983. Introduction. Pp. 1-34 dans Ecosystems of the world 4A - Mires: swamp, bog, fen and moor. Editeur: A.J.P. Gore. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 440 p.

GRANT, S.A., G.R. BOLTON et L. TORVELL. 1985. The responses of blanket bog vegetation to controlled grazing by hill sheep. J. Applied Ecology 22: 739-751.

HAMBLIN, W.K. 1989. The earth's dynamic systems. Fifth Edition. Macmillan Publishing Company. New York. 576 p.

HILTON, D.F.J. 1981. Flight periods of Odonata inhabiting a black spruce-sphagnum bog in south-eastern Quebec, Canada. NOODDJ 8: 127-130.

JOHNSON, C.W. 1985. Bogs of the Northeast. University Press of New England. Hanover. 269 p.

JOYAL, R. 1970. Description de la tourbière à sphaignes Mer Bleue près d'Ottawa. I. Végétation. Can. J. Bot. 48: 1405-1418.

KREBS, C.J. 1985. Ecology - The experimental analysis of distribution and abundance. Third Edition. Harper & Row. New York. 800 p.

LAVOIE, G. 1992. Plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. MENVIQ, Direction de la conservation et du patrimoine écologique. Québec. 180 p.

MACFARLANE, Y.C. 1969. Muskeg engineering handbook. University of Toronto Press. Toronto. 297 p.

MARIE-VICTORIN, F. 1964. Flore Laurentienne, 2e édition revue par E. Rouleau. Les Presses de l'Université de Montréal. Montréal. 925 p.

MOIZUK, G.A. et R.B. LIVINGSTON. 1966. Ecology of red maple (*Acer rubrum* L.) in a Massachusetts upland bog. *Ecology* 47: 942-950.

MOORE, P.D. 1990. Soils and ecology: temperate wetlands. Dans: M. Williams (éditeur). *Wetlands: a threatened landscape*. Basil Blackwell. Oxford. 419 p.

MOORE, P.D. et D.J. BELLAMY. 1974. *Peatlands*. Springer-Verlag. New-York. 221 p.

NICKERSON, N.H. et F.R. THIBODEAU. 1984. Modification of bog vegetation by power utility rights-of-way. *J. Env. Mgm.* 19: 221-228.

PALMER, K.T. 1970. A vegetational analysis of five bogs of the central St. Francis river drainage basin, Quebec. Thèse de maîtrise. Université Bishop's. Lennoxville. 279 p.

PARCS CANADA. 1978. Manuel de sentier. Ministère des Affaires Indiennes et du Nord. Ottawa. QS 7053-000-BB A1. 193 p.

PETERSON, R.T. 1989. Les oiseaux de l'est de l'Amérique du Nord. Broquet. Laprairie. 384 p.

POWELL, C.L. 1975. Rushes and sedges are non-mycotrophic. *Plant Soil* 42: 481-484.

RADFORTH, J.R. et A.L. BURWASH. 1977. Transportation. Pp. 249-263 dans *Muskeg and the Northern Environment in Canada*. Editeurs: N.W. Radforth et C.O. Brawner. University of Toronto Press. Toronto. 399 p.

RAWES, M. et R. HOBBS. 1979. Management of semi-natural blanket bog in the northern Pennines. *J. Ecol.* 67: 789-807.

READER, R. 1979. Impact of leaf-feeding insects on three bog ericads. *Can. J. Bot.* 57: 2107-2112.

RILEY, J.L. 1988. Southern Ontario bogs and fens off the canadian shield. Pp. 355-367 dans *Wetlands: inertia or momentum*. Proceedings of a Conference held in Toronto, Ontario, October 21-22, 1988.

ROUSSEAU, C. 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. Les Presses de l'Université Laval. Québec. 799 p.

RUEL, M., S. CHORNET, B. COUPAL, P. AITCIN et M. COSSETTE. 1977. Industrial utilization of peat moss. Pp. 221-246 dans *Muskeg and*

the Northern Environment in Canada. Editeurs: N.W. Radforth et C.O. Brawner. University of Toronto Press. Toronto. 399 p.

SALISBURY, F.B. et C.W. ROSS. 1985. Plant physiology. Third Edition. Wadsworth Publishing Company. Belmont. 540 p.

SCHOUWENAARS, J.M. 1988. The impact of water management upon groundwater fluctuations in a disturbed bog relict. *Agricultural Water Management* 14: 439-449.

SIEGEL, D.I. 1988. Evaluating cumulative effects of disturbance on the hydrologic function of bogs, fens, and mires. *Environmental Management* 12: 621-626.

SJÖRS, H. 1963. Bogs and fens on Attawapiskat River, northern Ontario. *Bull. Nat. Mus. Can.* 186: 45-133.

SJÖRS, H. 1983. Mires of Sweden. Pp. 69-94 dans *Ecosystems of the world 4B - Mires: swamp, bog, fen and moor*. Editeur: A.J.P. Gore. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 479 p.

STEINER, G.M. 1987. A survey of the austrian mires and their conservation. *Proceedings of the Environment Canada et al. Wetlands/Peatlands Symposium, Edmonton, Canada, August 23-27 1987*: 443-450.

STEWART, J.M. 1977. Canadian muskegs and their agricultural utilization. Pp. 208-220 dans *Muskeg and the Northern Environment in Canada*. Editeurs: N.W. Radforth et C.O. Brawner. University of Toronto Press. Toronto. 399 p.

SWALES, D.E. 1969. *Sarracenia purpurea* L. as host and carnivore at Lac Carré, Terrebonne Co., Québec. *Naturaliste Can.* 96: 759-763.

TALLIS, J.H. 1983. Changes in wetland communities. Pp. 311-347 dans *Ecosystems of the world 4A - Mires: swamp, bog, fen and moor*. Editeur: A.J.P. Gore. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 440 p.

TERASMAE, J. 1977. Postglacial history of canadian muskeg. Pp. 9-62 dans *Muskeg and the northern environment in Canada*. Editeurs: N.W. Radforth et C.O. Brawner. University of Toronto Press. Toronto. 399 p.

THIBAUT, M. et D. HOTTE. 1985. Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation (carte). Ministère de l'Énergie et des Ressources. Québec.

TODD, D.K. 1980. Groundwater hydrology, 2e Edition. Wiley. New York. 535 p.

WALKER, D. 1970. Direction and rate in some british post-glacial hydroseres. Pp. 117-139 dans Studies in the vegetational history of the British Isles. Editeurs: D. Walker et R.G. West. University Press of Cambridge. Cambridge. 266 p.

WESTHOFF, V. 1990. Bogs in world perspective. Pp. 5-13 dans Peatlands, Economy and Conservation. Editeurs: M.G.C. Schouten et M.J. Nooren. SPB Academic Publishing. La Haye. 106 p.

ZOLTAI, S.C. et F.C. POLLETT. 1983. Wetlands in Canada: their classification, distribution and use. Pp. 245-268 dans Ecosystems of the world 4B - Mires: swamp, bog, fen and moor. Editeur: A.J.P. Gore. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 479 p.555

Cette page contient une carte grand format.

Nom de la carte : Annexe 11 : Propositions d'infrastructures  
d'interprétation de la nature à la tourbière de Johnville. Adaptée de  
Quentin van Ginhoven, 1992.

Pour consulter la carte voir la copie papier à la Bibliothèque  
Frère-Théode Section Monographie QH 541.5 B63M52 1993